imparare
l'elettronica
partendo da zero
Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

imparare l'elettronica *partendo da zero*

Direzione Editoriale
Rivista NUOVA ELETTRONICA
via Cracovia n.19
40139 BOLOGNA (Italia)

Autore MONTUSCHI GIUSEPPE

SOMMARIO

*imparare l'*ELETTRONICA *partendo da* ZERO

Per alimentare con la tensione di rete dei **220 volt** un circuito elettronico che richiede una tensione **continua** di **9-12-18-24 volt**, molti ritengono che sia sufficiente utilizzare uno qualsiasi degli schemi di **alimentatore stabilizzato** che appaiono in molte pubblicazioni.

Purtroppo non tutti gli schemi risultano idonei ad alimentare un qualsiasi circuito, quindi se notate del **ronzio** di alternata, oppure se la tensione di alimentazione **non** rimane stabile sotto carico, significa che l'alimentatore prescelto è stato **mal** progettato.

In questa **Lezione** e nella successiva vi spiegheremo come funziona un **alimentatore stabilizzato** e vi assicuriamo che, dopo aver letto queste pagine, sarete in grado di progettare con estrema facilità qualsiasi tipo di alimentatore.

Le **formule** che troverete riportate per calcolare gli **ohm**, i **volt** e gli **amper**, sono così **semplici** che basta una comune **calcolatrice** tascabile per poterle svolgere.

Per completare questa Lezione vi presentiamo un alimentatore **stabilizzato** in grado di fornire delle **tensioni** variabili da **5 volt** a **22 volt**, con una **corrente** massima di **2 amper**.

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

I transistor, fet, integrati, presenti in tutte le apparecchiature elettroniche funzionano solo se alimentati con una **tensione continua**.
Chi possiede una radio **portatile** oppure un telefono **cellulare** sa che per farli funzionare occorre inserire una **pila** e che, una volta che questa si sarà esaurita, dovrà essere sostituita con una nuova, sempre che non venga usata una pila ricaricabile al **nichel-cadmio**.

Anche le radio, i televisori, gli amplificatori o i computer utilizzati in casa, pur essendo collegati alla presa di rete dei **220 volt alternati**, e tutti i semiconduttori, cioè transistor, fet, integrati, display ecc., presenti al loro interno, vengono alimentati con una **tensione continua**.
Poichè questi semiconduttori funzionano con basse tensioni di **5-9-12-18-30 volt**, la prima operazione da compiere è quella di abbassare la tensione dei **220 volt** sul valore richiesto, la seconda è quella di convertire questa tensione **alternata** in una tensione perfettamente **continua**.

Nella **Lezione N.8** (che vi consigliamo di rileggere) abbiamo spiegato che per abbassare una tensione **alternata** è sufficiente utilizzare un **trasformatore** provvisto di un avvolgimento **primario** da collegare ai **220 volt** e di un **secondario** dal quale viene prelevata la **bassa** tensione.
Poichè la bassa tensione fornita da questo secondario risulta **alternata** e ha la stessa **frequenza** della rete, cioè **50 Hertz**, per convertirla in una tensione **continua** bisogna **raddrizzarla** tramite dei **diodi** al silicio.

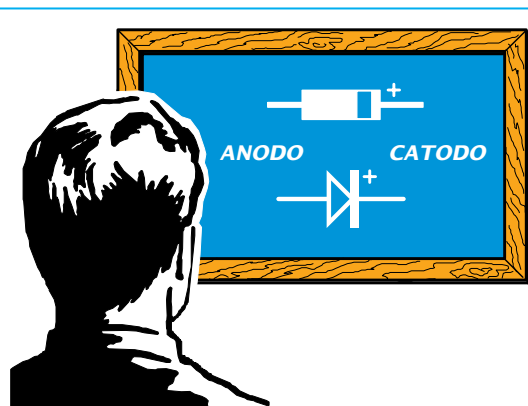



Fig.1 Il terminale del diodo dal quale fuoriesce la tensione positiva viene chiamato Catodo. Questo terminale è posto sul lato del corpo contrassegnato da una fascia bianca oppure argentata.

RADDRIZZARE una tensione ALTERNATA

Applicando sul secondario di un trasformatore un **solo diodo** con il terminale **K** (catodo) rivolto verso l'uscita (vedi fig.2), quando sull'opposto terminale **A** (anodo) giunge la semionda **positiva**, questa passa al terminale **K**, quando invece giunge la semionda **negativa** questa **non** passa.

Sull'uscita del terminale **K** sarà presente una tensione **pulsante** con una **frequenza** di **50 Hz**, composta dalle sole semionde **positive** intervallate dalla **pausa** delle semionde **negative** (vedi fig.2).

Applicando sul secondario del trasformatore **quattro diodi** (vedi fig.3), eliminiamo la **pausa** della semionda **negativa**; infatti quando sul **filo A** è presente la semionda **positiva** e sul **filo B** la semionda **negativa**, la tensione alternata viene raddrizzata dai diodi **DS2-DS3**.
Quando sul **filo A** è presente la semionda **negativa** e sul **filo B** la semionda **positiva** la tensione alternata viene raddrizzata dai diodi **DS1-DS4**.

Avendo raddoppiato le **semionde positive**, anche la **frequenza** che preleveremo sull'uscita di questo ponte risulterà raddoppiata, quindi la tensione **pulsante** non sarà più di **50 Hz** bensì di **100 Hz**.

È possibile raddrizzare entrambe le semionde anche con **due** soli **diodi** (vedi fig.5), a patto che il secondario del trasformatore disponga di una presa **centrale**.
Infatti, quando sul **filo A** è presente la semionda **positiva** e sull'opposto **filo B** la semionda **negativa**, la semionda **positiva** passerà solo attraverso il diodo **DS1**.
Quando sul **filo A** è presente la semionda **negativa** e sull'opposto **filo B** la semionda **positiva**, la semionda positiva passerà soltanto attraverso il diodo **DS2**.

Anche in questo caso, avendo raddoppiato in uscita le semionde **positive**, risulterà raddoppiata la **frequenza** che da **50 Hz** passerà a **100 Hz**.

Se nelle configurazioni delle figg.2-3 per ottenere in uscita una tensione raddrizzata di **12 volt** è sufficiente scegliere un trasformatore provvisto di un secondario in grado di erogare **12 volt**, nella configurazione di fig.5 per ottenere in uscita una tensione raddrizzata di **12 volt** bisogna scegliere un trasformatore provvisto di un secondario da **24 volt** con presa **centrale** dalla quale prelevare la tensione **negativa**.

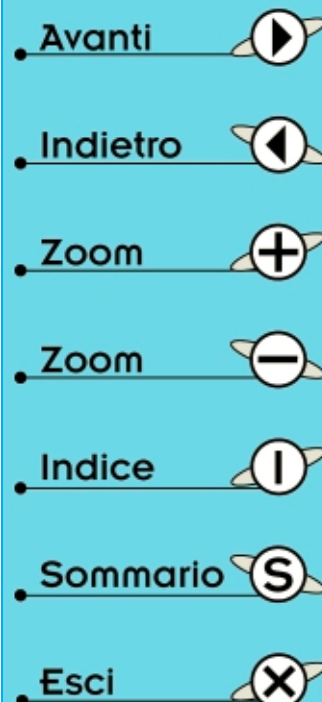
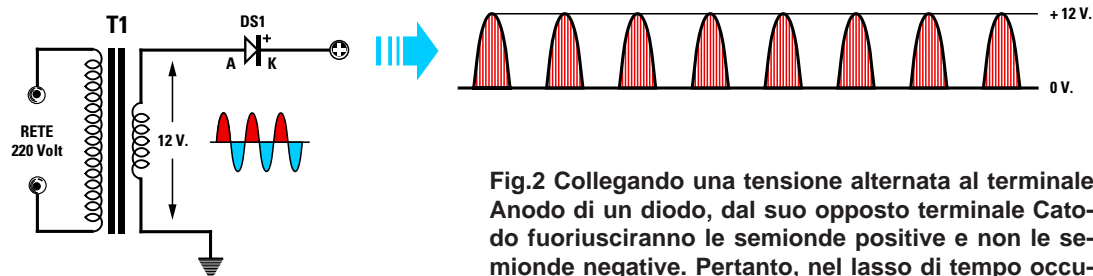



Fig.2 Collegando una tensione alternata al terminale Anodo di un diodo, dal suo opposto terminale Catodo fuoriusciranno le semionde positive e non le semionde negative. Pertanto, nel lasso di tempo occupato dalle semionde negative, dal diodo non potrà fuoriuscire nessuna tensione.

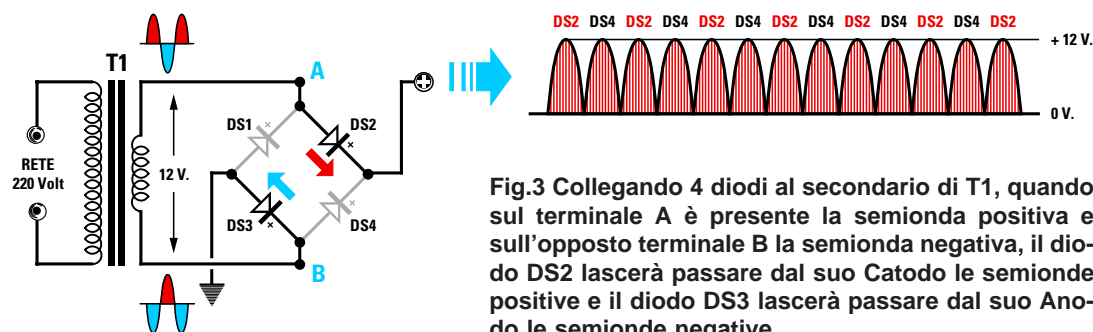



Fig.3 Collegando 4 diodi al secondario di T1, quando sul terminale A è presente la semionda positiva e sull'opposto terminale B la semionda negativa, il diodo DS2 lascerà passare dal suo Catodo le semionde positive e il diodo DS3 lascerà passare dal suo Anodo le semionde negative.

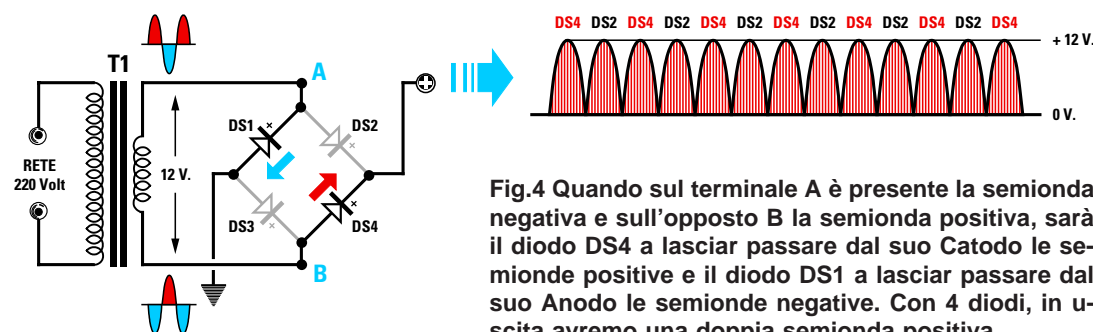



Fig.4 Quando sul terminale A è presente la semionda negativa e sull'opposto B la semionda positiva, sarà il diodo DS4 a lasciar passare dal suo Catodo le semionde positive e il diodo DS1 a lasciar passare dal suo Anodo le semionde negative. Con 4 diodi, in uscita avremo una doppia semionda positiva.

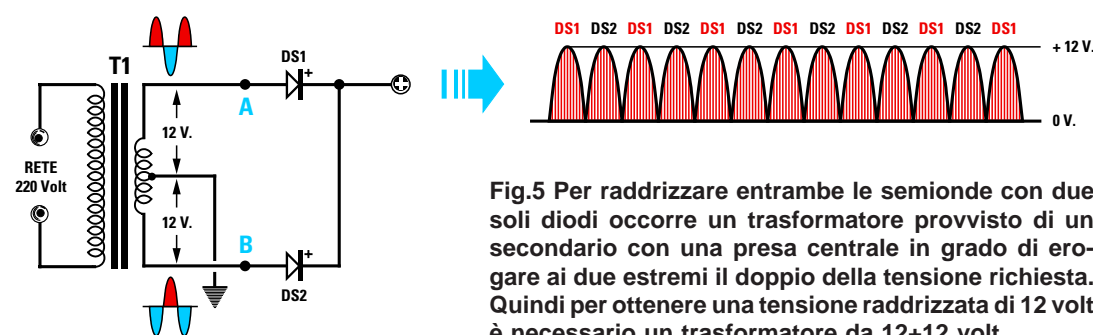



Fig.5 Per raddrizzare entrambe le semionde con due soli diodi occorre un trasformatore provvisto di un secondario con una presa centrale in grado di erogare ai due estremi il doppio della tensione richiesta. Quindi per ottenere una tensione raddrizzata di 12 volt è necessario un trasformatore da 12+12 volt.

A COSA serve L'ELETTROLITICO

Ammesso di raddrizzare una tensione alternata di **12 volt**, sull'uscita di un **diodo** o **ponte** raddrizzatore si ottiene una tensione **pulsante** che da **0 volt** sale fino a raggiungere il suo massimo **positivo**, poi ridiscende sugli **0 volt** e nuovamente risale verso il **positivo**, con una frequenza di **50** o **100 Hz** (vedi figg.2-3), vale a dire sale e scende **50** o **100 volte** in un tempo di **1 secondo**.

Se applicassimo questa tensione **pulsante** ad una qualsiasi apparecchiatura elettronica, quest'ultima non riuscirebbe a funzionare perchè necessita di una tensione **continua**.

Per rendere **continua** una tensione **pulsante** occorre applicare sull'uscita del **diodo** o del **ponte** raddrizzatore un condensatore **elettrolitico**.

Questo condensatore **elettrolitico** può essere paragonato ad una **pila ricaricabile** che immagazzina **tensione** quando il diodo **conduce** e provvede ad alimentare il circuito quando il diodo **non** conduce, oppure quando la semionda **positiva** inizia a scendere sugli **0 volt** (vedi figg.6-7).

È abbastanza intuitivo che questo condensatore **elettrolitico** dovrà avere una **capacità** più che sufficiente per alimentare il circuito per **tutto** il tempo che il diodo **non** conduce.

La **capacità** di questo condensatore espressa in **microfarad**, varia al variare del tipo di configurazione utilizzato per raddrizzare l'alternata, cioè a una **semionda** o a **doppia semionda**, del valore della **tensione** raddrizzata e della **corrente** che assorbe il circuito da alimentare.
Le formule per calcolare il valore di **capacità minima** da utilizzare sono semplici:

Raddrizzatori a una semionda (vedi fig.2)
microfarad = 40.000 : (volt : amper)

Raddrizzatori a doppia semionda (vedi figg.3-5)
microfarad = 20.000 : (volt : amper)

Quindi se alimentiamo una **radio** che funziona a **9 volt** e che assorbe **0,1 amper** con il circuito di fig.2, ci occorre una **capacità minima** di:

40.000 : (9 : 0,1) = 444 microfarad

Non essendo reperibile un valore di **444 mF** dovremo usare **470 mF** o, meglio ancora, **1.000 mF** per avere una **"pila"** dotata di una riserva di tensione maggiore del richiesto.

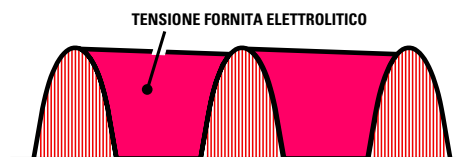
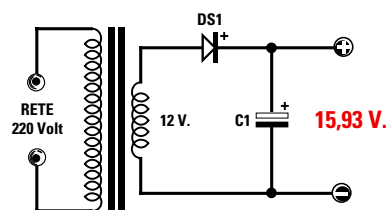



Fig.6 Le semionde positive che fuoriescono dal diodo, oltre ad alimentare il circuito andranno a caricare anche il condensatore elettrolitico C1. Quando il diodo non conduce per la presenza delle semionde negative, sarà il condensatore elettrolitico C1 a fornire al circuito la tensione che questo ha immagazzinato.
La tensione continua presente ai capi del condensatore elettrolitico sarà di:
(volt alternati – 0,7) x 1,41

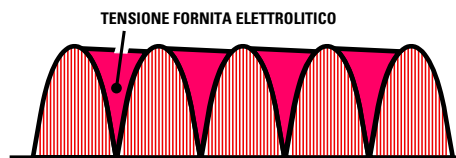
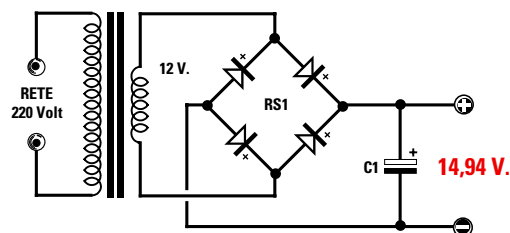



Fig.7 Se per raddrizzare la tensione alternata utilizziamo 4 diodi non avremo più, tra una semionda positiva e la successiva, la pausa della semionda negativa come evidenziato in fig.6. Il condensatore elettrolitico dovendo fornire tensione al circuito che alimentiamo per un tempo minore, avrà una capacità dimezzata rispetto al circuito riprodotto in fig.6.
La tensione continua presente ai capi del condensatore elettrolitico sarà di:
(volt alternati – 1,4) x 1,41

Se alimentiamo la stessa radio con i circuiti raddrizzatori riprodotti nelle figg.3-5 ci occorre una **capacità minima** di:

20.000 : (9 : 0,1) = 222 microfarad

Non essendo reperibile un valore di **222 mF** dovremo usare **330 mF** o, meglio ancora, **470 mF**.

Se dobbiamo alimentare un **amplificatore** che richiede una tensione di **24 volt** e che assorbe alla massima potenza **1,2 amper**, usando il circuito raddrizzatore di fig.2 avremo bisogno di una **capacità** che non risulti **minore** di:

40.000 : (24 : 1,2) = 2.000 microfarad

Se alimentassimo lo stesso **amplificatore** con i circuiti raddrizzatori riportati nelle figg.3-5, sarebbe necessaria una **capacità** non **minore** di:

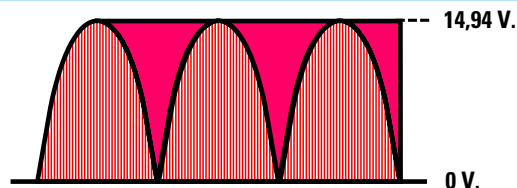
20.000 : (24 : 1,2) = 1.000 microfarad

DA RICORDARE

Come avrete notato più **corrente** assorbe il circuito da alimentare, più elevata deve risultare la **capacità** del condensatore elettrolitico, diversamente questo si scaricherebbe prima che sopraggiunga dal **diodo** la semionda positiva di **ricarica**.

Quando acquisterete dei condensatori elettrolitici vi verrà sempre chiesto, oltre il valore della loro capacità in **microfarad**, anche la **tensione** di lavoro.

Se avete un circuito che lavora con una tensione **continua** di **25 volt**, sarebbe sempre consigliabile scegliere un condensatore elettrolitico con una tensione **maggiore**, ad esempio **35-50 volt**.

Anche quando acquisterete dei **diodi** o dei **ponti** raddrizzatori vi verrà chiesto, oltre al valore della **tensione** da raddrizzare, gli **amper** che questi componenti dovranno erogare.

Per raddrizzare una tensione **alternata** di **30 volt** è necessario un diodo o un ponte con una tensione di lavoro di almeno **50 volt**, perchè **30 volt alternati** corrispondono a una tensione di **picco** di:

30 x 1,41 = 42,3 volt

Se acquistate dei diodi da **50 volt**, li potrete utilizzare per raddrizzare tensioni di **5-12-20-35 volt**, ma non tensioni **alternate** di **40** o **50 volt**.

Se acquistate dei diodi da **100 volt**, li potrete utilizzare per raddrizzare tensioni di **5-12-35-70 volt**, ma non tensioni **alternate** di **80** o **90 volt**.

Per alimentare un circuito che assorbe una corrente di **1 amper** non dovrete scegliere dei **diodi** oppure dei **ponti** da **1 amper**, bensì per una corrente **maggiore**.

Nessuno considera infatti che la corrente di **1 amper** viene assorbita dal solo circuito che si desidera alimentare, quindi se non si dispone di una corrente **maggiore** non si riuscirà a **caricare** il condensatore **elettrolitico**.

Se userete un circuito raddrizzatore ad una **sola** semionda (vedi fig.2), dovrete scegliere un diodo in grado di erogare almeno un **50%** in più di corrente del richiesto, quindi se il circuito assorbe **1 amper**, dovrete scegliere un diodo da **1,5 amper**.

Se userete un circuito raddrizzatore a **doppia** semionda (vedi figg.3-5), dovrete scegliere un diodo in grado di erogare almeno un **20%** in più di corrente del richiesto, quindi se il circuito assorbe **1 amper**, dovrete scegliere un diodo da **1,2 amper**.

Quanto detto a proposito dei **diodi**, vale anche per la **corrente** che deve erogare il **secondario** del trasformatore di alimentazione, quindi se, avendo un circuito che assorbe **1 amper**, raddrizzerete una **sola** semionda (vedi fig.2), dovrete scegliere un trasformatore che eroghi almeno **1,5 amper**, mentre

Fig.8 Se la capacità del condensatore elettrolitico è quella richiesta, nel lasso di tempo che intercorre tra le due semionde positive otterremo una tensione continua sufficientemente stabile.

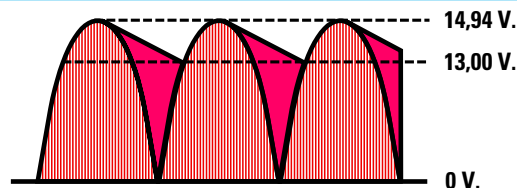



Fig.9 Se la capacità del condensatore elettrolitico è insufficiente, otterremo una tensione continua non perfettamente livellata, che dal suo valore massimo potrà scendere di qualche volt.

se raddrizzerete le **due** semionde (vedi figg.3-5) dovrete scegliere un trasformatore che eroghi almeno **1,2 amper**.

LA TENSIONE LIVELLATA

Misurando con un **tester** il valore della tensione **alternata** erogata dal **secondario** di un trasformatore e misurando poi questa tensione dopo averla raddrizzata e livellata con il condensatore **elettrolitico**, otterremo una tensione **continua** maggiore del valore della tensione **alternata**.

Nella **Lezione N.8** (vedi fig.244) vi abbiamo spiegato che il **tester** misura i **volt efficaci** della tensione **alternata**, ma che il condensatore **elettrolitico** si carica con il valore dei **volt** di **picco** raggiunto dalla semionda **positiva**, quindi la tensione **continua** disponibile ai capi del condensatore risulterà maggiore di **1,41** rispetto ai **volt efficaci**.

Occorre far presente che ogni **diodo** raddrizzatore introduce una **caduta** di tensione di **0,7 volt** circa, quindi il valore della tensione sul condensatore elettrolitico risulterà leggermente inferiore.

Se raddrizziamo una tensione alternata di **12 volt** con il circuito di fig.2 che utilizza un **solo** diodo, otterremo una tensione **continua** di:

(12 - 0,7) x 1,41 = 15,93 volt continui

Se raddrizziamo una tensione alternata di **12 volt** con il circuito a **ponte** di fig.3 che utilizza **4 diodi**, non dovremo considerare una caduta di:

0,7 x 4 = 2,8 volt

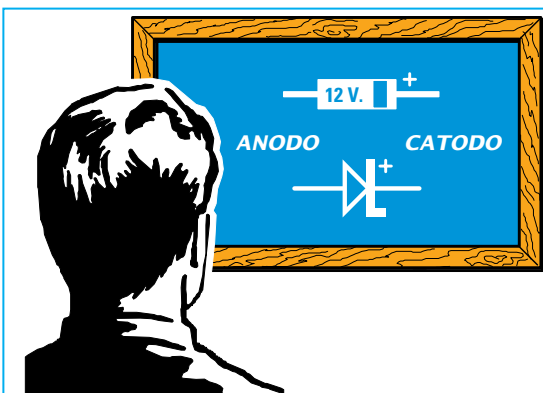



Fig.10 Il terminale del diodo zener da collegare alla tensione da stabilizzare viene chiamato Catodo. Questo terminale è posto sul lato del corpo contrassegnato da una fascia nera o di diverso colore.

perchè alternativamente conducono sempre e solo due diodi, **DS2-DS3**, poi **DS1-DS4**, quindi avremo una caduta di tensione di soli:

0,7 x 2 = 1,4 volt

e una tensione **continua** di:

(12 - 1,4) x 1,41 = 14,94 volt continui

I valori di tensione soprariportati li rileveremo **senza carico**, perchè **più** corrente assorbe il circuito che alimentiamo, più la tensione si **abbassa**.

Infatti tutti gli alimentatori con un **diodo** o un **ponte** forniscono in uscita una tensione **continua** che varia al variare del **carico** e anche della fluttuazione della tensione di rete dei **220 volt** che, come noto, può oscillare da **210 volt** a **230 volt**.

Per poter alimentare un circuito con una **tensione** che non risenta delle variazioni del **carico** e nemmeno delle fluttuazioni della tensione di **rete**, la dovremo necessariamente **stabilizzare**.

UN DIODO ZENER come STABILIZZATORE

Il sistema più semplice ed economico per **stabilizzare** una tensione continua è quello di utilizzare un piccolo **diodo zener**.

Questi diodi, che hanno le stesse dimensioni di un minuscolo diodo raddrizzatore (vedi fig.1), si riconoscono perchè sul loro corpo è stampigliato un valore di **tensione**.

Se sul corpo è stampigliato **5,1** il diodo zener stabilizza qualsiasi tensione venga applicata sul suo ingresso su un valore fisso di **5,1 volt**.

Se sul corpo è stampigliato **12** il diodo zener stabilizza qualsiasi valore di tensione venga applicato sul suo ingresso su un valore fisso di **12 volt**.

Perchè possa svolgere la sua funzione stabilizzatrice, bisogna applicare sul diodo zener una tensione **maggiore** di quella che dovrà stabilizzare e poi collegare in serie al diodo una **resistenza**.

Se collegheremo il diodo zener direttamente alla tensione da stabilizzare senza nessuna **resistenza**, il diodo zener si **autodistruggerà** dopo pochi secondi di funzionamento.

Il valore di questa **resistenza** di caduta non va scelto a caso, ma calcolato in funzione della **tensione** che verrà applicata sul suo ingresso e della **corrente** che assorbe il circuito da alimentare.

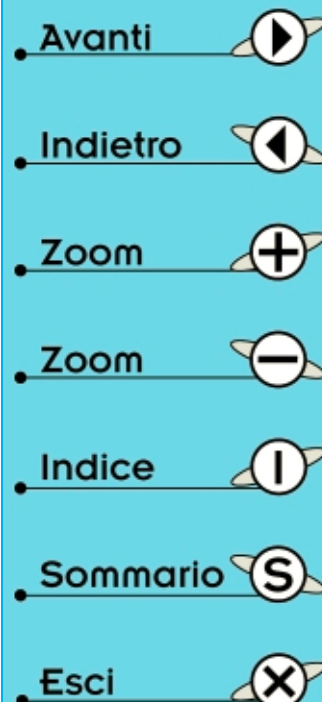
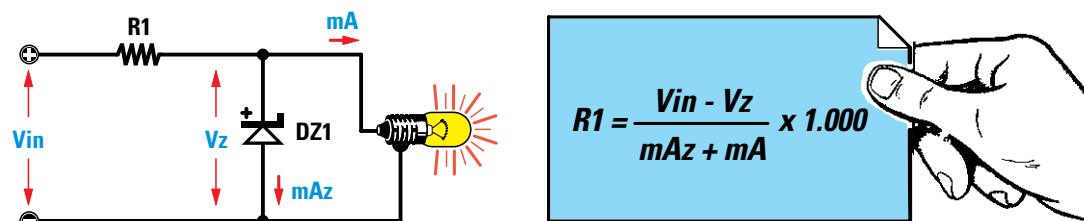



Fig.11 Per stabilizzare una tensione continua con un diodo zener occorre sempre applicare sul suo Catodo una resistenza di caduta che va calcolata in funzione della tensione che applicheremo sul suo ingresso (Vin) meno la tensione del diodo zener (Vz) il tutto diviso per la corrente che scorre nel diodo (mAz) più quella assorbita dal circuito (mA).

La formula per calcolare il valore **ohmico** di questa resistenza è molto semplice:

ohm = (Vin – Vz) : (mAz + mA) x 1.000

ohm = è il valore della **resistenza**;

Vin = è il valore della **tensione** che applicheremo sulla **resistenza** del diodo zener;

Vz = è il valore della tensione riportato sul corpo del diodo zener, cioè quello di stabilizzazione;

mAz = è il valore della **corrente** che è necessario far scorrere nel **diodo zener**;

mA = è il valore di **corrente** che assorbe il circuito da alimentare con la tensione **stabilizzata**;

1.000 = è un numero fisso che dovremo utilizzare perchè la corrente **mAz** e **mA** è espressa in **milliamper** anzichè in **amper**.

Il valore **mAz**, cioè la **corrente** che è necessario far scorrere nel diodo zener per poter stabilizzare una tensione, varia in funzione della sua potenza.

Per i diodi zener da **1/2 watt** potremo scegliere una corrente **massima** di **20 mA**.
In pratica si sceglie sempre una corrente inferiore, cioè **12-8-6 mA**.

Per i diodi zener da **1 watt** potremo scegliere una corrente **massima** di **30 mA**.
In pratica si sceglie sempre una corrente inferiore, cioè **20-15-8 mA**.

ESEMPI di CALCOLO

Esempio N.1 = Abbiamo una tensione di **14 volt** che vogliamo stabilizzare a **9 volt** per poter alimentare una radio. Sapendo che il circuito assorbe **10 mA**, desideriamo conoscere il valore della resistenza **R1** da applicare sul diodo zener (vedi fig.11).
Soluzione = Come prima operazione cercheremo un diodo zener da **9 volt** e, non trovandolo, ne useremo uno da **9,1 volt**. Ammesso di voler far scorrere in tale diodo una **corrente** di **14 mA** dovremo svolgere la formula:

ohm = [(Vin – Vz) : (mAz + mA)] x 1.000

Inserendo i dati in nostro possesso otterremo:

[(14 – 9,1) : (14 + 10)] x 1.000 = 204 ohm

Poichè questo valore ohmico non risulta reperibile, sceglieremo il valore **standard** più prossimo, vale a dire **180 ohm** o **220 ohm**.
Ammesso di scegliere **180 ohm**, se volessimo conoscere quale **corrente** scorre nel diodo **zener** potremo usare la formula:

mA totali = [(Vin – Vz) : ohm] x 1.000

quindi otterremo una corrente **totale** di:

[(14 – 9,1) : 180] x 1.000 = 27 milliamper

Poichè il circuito assorbe **10 mA**, nel diodo **zener** scorrerà una corrente di soli:

27 – 10 = 17 milliamper

Esempio N.2 = Abbiamo un circuito da alimentare con una tensione stabilizzata da **12 volt** e abbiamo a disposizione una tensione di **22 volt**.
Sapendo che il circuito che vogliamo alimentare assorbe una corrente di **18 mA**, desideriamo conoscere il valore in **ohm** della resistenza da applicare in serie al diodo zener (vedi fig.11).

Soluzione = Ammesso di reperire un diodo zener da **12 volt 1 watt**, potremo far scorrere attraverso questo una **corrente** di circa **20 mA**.

Usando la formula che già conosciamo potremo calcolare il valore della **R1**:

[(22 – 12) : (20 + 18)] x 1.000 = 263 ohm

Poichè questo valore ohmico non risulta reperibile, sceglieremo il valore **standard** più prossimo, cioè **270 ohm**.

Ammesso di scegliere **270 ohm**, nella resistenza scorrerà una corrente **totale** di:

[(22 – 12) : 270] x 1.000 = 37 milliamper

Poichè il circuito assorbe **18 mA**, nel diodo zener scorrerà una corrente di soli:

37 – 18 = 19 milliamper

Per conoscere quale potenza dovrà avere la **resistenza** da applicare al diodo zener potremo usare questa formula:

watt = [ohm x (mAtot x mAtot)] : 1.000.000

Poichè la corrente **totale** è di **37 mA** dovremo usare una resistenza da:

[270 x (37 x 37)] : 1.000.000 = 0,37 watt

vale a dire una resistenza da **1/2 watt**, infatti **mezzo watt** corrisponde a **0,5 watt**.

GLI inconvenienti del DIODO ZENER

I diodi zener possono essere utilizzati per alimentare circuiti che assorbono correnti di **poche** decine di **milliamper**, inoltre, non bisogna dimenticare che, se **varia** la corrente di assorbimento, è necessario ogni volta ricalcolare il valore **ohmico** della resistenza **R1**.

Riducendo il valore **ohmico** della resistenza **non** potremo mai **scollegare** il circuito che alimentiamo, perchè la corrente che questo assorbe si riverserebbe tutta sul **diodo zener** mettendolo fuori uso dopo pochi secondi.

Occorre anche sapere che tutti i **diodi zener**, come qualsiasi altro componente elettronico, hanno una loro specifica **tolleranza**, quindi non meravigliatevi se un diodo zener dichiarato da **5,1 volt** stabilizza la tensione su un valore inferiore, cioè **4,8-4,9 volt**, oppure su un valore maggiore, cioè **5,2- 5,4 volt**.

È perciò da considerarsi normale che un diodo zener da **12 volt** stabilizzi una tensione su un valore di **11,4 volt** oppure di **12,6 volt**.

UN DIODO ZENER più un TRANSISTOR

Per alimentare circuiti che assorbono delle **correnti** superiori a **0,1 amper** conviene usare il circuito di fig.12, che utilizza un **diodo zener** più un **transistor** di potenza (vedi **TR1**).

Applicando un diodo zener sulla **B**ase di un transistor **NPN**, realizzeremo uno **stabilizzatore** di tensione in grado di alimentare qualsiasi circuito che assorba fino ad un massimo di **2 amper**.

È intuitivo che il transistor che dovremo usare in questo alimentatore deve essere il grado di sopportare una corrente **maggiore**.

Quindi se ci serve una corrente di **1 amper** dovremo scegliere un transistor in grado di erogare almeno **2 amper**.

Se dovesse servirci una corrente di **2 amper**, dovremmo scegliere un transistor in grado di erogare almeno **4 amper**.

La tensione che preleveremo sul terminale **E**mettitore risulterà sempre **inferiore** di circa **0,7 volt** rispetto al valore del **diodo zener**, perchè passando dalla **B**ase al terminale **E**mettitore del transistor si abbasserà di **0,7 volt**.

Quindi se sulla **B**ase del transistor applichiamo un diodo zener da **5,1 volt**, sul suo **E**mettitore preleveremo una tensione stabilizzata di soli:

5,1 – 0,7 = 4,4 volt

Se sulla **B**ase del transistor applichiamo un diodo zener da **12 volt**, dal suo **E**mettitore preleveremo una tensione stabilizzata di soli:

12 – 0,7 = 11,3 volt

PER aumentare l'USCITA di 0,7 VOLT

Per compensare la caduta di tensione del **transistor**, si dovrebbe applicare sulla **B**ase un diodo **zener** dotato di una tensione maggiore di **0,7 volt** rispetto a quella richiesta sull'uscita.

Poichè non troveremo mai un diodo zener da **9,7 volt** e nemmeno da **12,7 volt**, per poter aumenta-

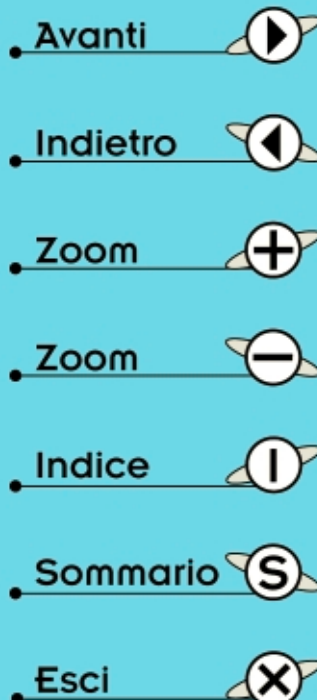
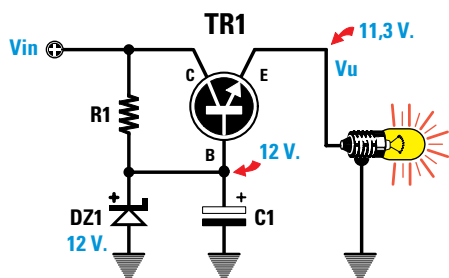



Fig.12 Per alimentare circuiti che assorbono correnti elevate conviene usare un transistor di potenza (TR1) e applicare il diodo zener sulla sua Base. Sull'uscita del transistor otterremo una tensione minore di 0,7 volt rispetto a quella fornita dal diodo zener.

re di **0,7 volt** la tensione stabilizzata dal **diodo zener** è sufficiente applicare in **serie** a questo un normale **diodo** al **silicio** (vedi fig.13).

Come già saprete, tutti i diodi al **silicio** provocano una caduta di tensione di **0,7 volt**, quindi se colleghiamo un comune diodo in **serie** ad un diodo zener da **12 volt**, sulla **B**ase del transistor ci ritroveremo una tensione stabilizzata di:

12 + 0,7 = 12,7 volt

Collegando **due** normali diodi in **serie** ad un diodo **zener** da **12 volt**, sulla **B**ase del transistor ci ritroveremo una tensione stabilizzata di:

12 + 0,7 + 0,7 = 13,4 volt

IMPORTANTE

La **fascia bianca** che contorna il corpo del diodo **zener** va rivolta verso la resistenza **R1**, mentre la **fascia nera** che contorna il corpo del diodo al **silicio** va rivolta verso **massa** (vedi fig.13).

Se invertiremo la polarità di un solo diodo, sul terminale **E**mettitore preleveremo la stessa tensione che risulta applicata sul **C**ollettore.

IL VALORE della RESISTENZA R1

Per calcolare il valore della resistenza **R1** da utilizzare in questo alimentatore bisognerebbe conoscere l'**Hfe**, cioè il **guadagno** del transistor **TR1**.
Chi ha costruito il provatransistor **LX.5014** presentato nella Lezione **N.13**, riuscirà subito a ricavare il valore **Hfe** di qualsiasi transistor.

Ammesso che il transistor prescelto abbia una **Hfe** di **50**, potremo calcolare il valore della **corrente** che deve scorrere sulla sua **Base** con la formula:

mA Base = (amper max : Hfe) x 1.000

Infatti il transistor viene usato in questi alimentatori come **amplificatore** di **corrente**, quindi la sua **Hfe** influisce sulla **corrente** che si desidera prelevare dal suo **E**mettitore.
Se da questo alimentatore volessimo prelevare

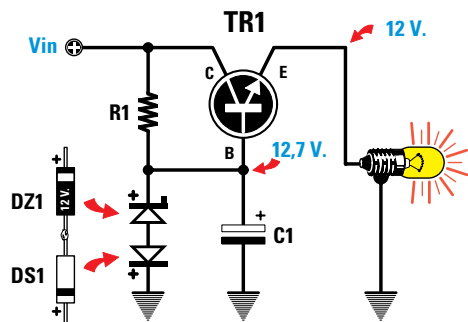



Fig.13 Per compensare la caduta di tensione di 0,7 volt introdotta dal transistor TR1 potremo inserire in serie al diodo zener DZ1 un normale diodo raddrizzatore (vedi DS1). Il catodo del diodo zener va sempre rivolto verso la resistenza R1 e il catodo del diodo raddrizzatore verso massa.

una corrente di **1,5 amper**, sulla **B**ase del transistor **TR1** dovrebbe scorrere una corrente di:

(1,5 : 50) x 1.000 = 30 mA

Infatti la **corrente massima** che un transistor può erogare si calcola con la formula:

amper max = (mA Base x Hfe) : 1.000

Se il transistor utilizzato avesse una **Hfe** di **35** anzichè di **50**, non riusciremmo a prelevare più di:

(30 x 35) : 1.000 = 1 amper

Conoscendo la corrente di **B**ase, che indicheremo con la sigla **Ib** (vedi fig.12), potremo calcolare il valore della resistenza **R1** con la formula:

ohm R1 = [(Vin – Vu – 0,7) : (Ib + 8)] x 1.000

Vin = è il valore della tensione da applicare sul **C**ollettore del transistor **TR1** che, nel nostro esempio, è **18 volt**.

Vu = è il valore della tensione che vogliamo ottenere sull'**uscita** dell'alimentatore, cioè **12 volt**.

0,7 = è la caduta di tensione introdotta dal transistor di potenza **TR1**.

Ib = è la corrente che applichiamo sulla **B**ase del transistor **TR1** che abbiamo calcolato sui **30 mA**.

8 = è il valore della corrente che dovremo far scorrere nel **diodo zener**.

Inserendo questi dati nella formula che abbiamo poc'anzi riportato otterremo:

[(18 – 12 – 0,7) : (30 + 8)] x 1.000 = 139 ohm

valore che potremo arrotondare a **120-150 ohm**.

Per ottenere in uscita una tensione di **12 volt** non dovremo utilizzare un diodo zener da **12 volt**, ma uno da **12,7 volt** per compensare la **caduta** di tensione di **0,7 volt** introdotta dal transistor.

Se utilizzassimo un diodo zener da **12 volt** preleveremmo dall'uscita una tensione di:

12 – 0,7 = 11,3 volt

Non trovando un diodo zener da **12,7 volt** potremmo usarne uno da **12 volt** applicando in serie un diodo al silicio come visibile in fig.13.

I VOLT sull'ingresso COLLETTORE

Sul terminale **C**ollettore del transistor stabilizzatore **TR1** occorre applicare una tensione **Vin** che risulti sempre **maggiore** di **1,4 volte** rispetto al valore di tensione che vogliamo prelevare dal suo terminale **E**mettitore.

Quindi se desideriamo ottenere in uscita una tensione **stabilizzata** di **9 volt**, dovremo applicare sul **C**ollettore una tensione che **non** risulti minore di:

9 x 1,4 = 12,6 volt

Per ottenere in uscita una tensione stabilizzata di **24 volt**, dovremo applicare sul **C**ollettore una tensione che **non** risulti minore di:

24 x 1,4 = 33,6 volt

Per ottenere in uscita delle tensioni stabilizzate di **9-12-18-24 volt**, dovremo applicare sul **C**ollettore una tensione di **35 volt**, poi utilizzare **4** diodi zener da **9,7-12,7-18,7-24,7 volt** (vedi fig.14) alimentati ognuno con una resistenza calcolata sempre con la formula:

ohm R1 = [(Vin – Vu – 0,7) : (Ib + 8)] x 1.000

quindi otterremo:

[(35 – 9 – 0,7) : (30 + 8)] x 1.000 = 665 ohm

[(35 – 12 – 0,7) : (30 + 8)] x 1.000 = 586 ohm

[(35 – 18 – 0,7) : (30 + 8)] x 1.000 = 428 ohm

[(35 – 24 – 0,7) : (30 + 8)] x 1.000 = 271 ohm

Poichè questi valori non sono **standard**, useremo delle resistenze da **680 - 560 - 390 - 270 ohm**.

Dobbiamo far presente che **maggiore** è la differenza tra la tensione **Vin** applicata sul **C**ollettore e la **Vu** che preleveremo sull'**E**mettitore, più il transistor si **scalderà**, quindi, per evitare che il suo piccolo **chip interno** si fonda, dovremo applicare sul suo corpo un'**aletta** di **raffreddamento** per dissipare il calore generato (vedi fig.15).

Ammesso di aver scelto un transistor di potenza e di trovare nelle sue caratteristiche questi dati:

max potenza dissipabile = 60 watt
max corrente = 3 amper

non potremo mai fargli dissipare **60 watt**, perchè questa **potenza** viene dissipata dal transistor solo se la temperatura del suo corpo non supera i **25°**.

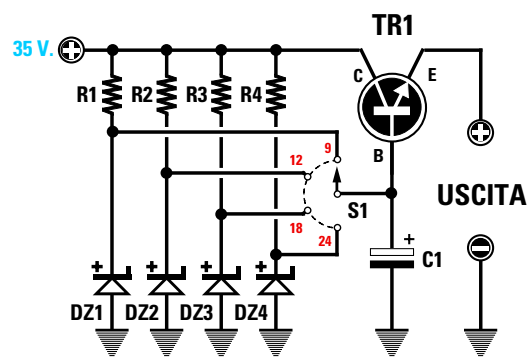



Fig.14 Per ottenere in uscita diverse tensioni stabilizzate, si potrebbero collegare alla Base di TR1 più diodi zener:

R1 = 680 ohm **DZ1 = zener da 9,7 volt**
R2 = 560 ohm **DZ2 = zener da 12,7 volt**
R3 = 390 ohm **DZ3 = zener da 18,7 volt**
R4 = 270 ohm **DZ4 = zener da 24,7 volt**
C1 = 47 mF elettr. 50 volt
TR1 = Transistor di potenza NPN

Poichè la temperatura del corpo raggiunge sempre dei valori di **40-50°**, dovremo ridurre di circa **1/3** la potenza massima dissipabile, quindi i nostri **60 watt** diventeranno solo **20 watt**.

Pertanto se applichiamo sul **C**ollettore una tensione continua di **35 volt** e questa tensione la stabilizziamo sui **24 volt**, la differenza tra la tensione **Vin** applicata sull'ingresso e la **Vu** prelevata in uscita moltiplicata per gli **amper** verrà tutta dissipata in **watt calore**, come è possibile calcolare con questa semplice formula:

watt calore = (Vin – Vu) x amper

Vin = è la tensione applicata sul **C**ollettore;

Vu = è la tensione prelevata sull'**E**mettitore;

amper = è la corrente prelevata sull'uscita.

Con una **Vin** di **35 volt**, una **Vu** di **24 volt** ed una corrente di assorbimento di **1,5 amper**, il transistor **TR1** dissiperà in **calore**:

(35 – 24) x 1,5 = 16,5 watt

Se stabilizziamo la tensione d'uscita sui **9 volt** e alimentiamo un circuito che assorbe **1,5 amper**, il transistor **TR1** dissiperà in **calore** una potenza di:

(35 – 9) x 1,5 = 39 watt

Per non far dissipare al transistor **TR1** più di **20 watt** dovremo ridurre la corrente di assorbimento e per sapere quanti **amper max** possono essere prelevati, potremo usare questa formula:

amper = watt : (Vin – Vu)

Quindi se in uscita preleviamo **9 volt**, per non far dissipare al transistor **TR1** più di **20 watt**, dovremo prelevare una corrente **massima** di:

20 : (35 – 9) = 0,76 amper

Come avrete notato, più si abbassa la tensione stabilizzata che vogliamo prelevare sull'uscita, più dovremo **ridurre** la **corrente** di assorbimento.

Anche con **bassi** assorbimenti, dovremo **sempre** e comunque applicare sul transistor un'**aletta** di **raf-**

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

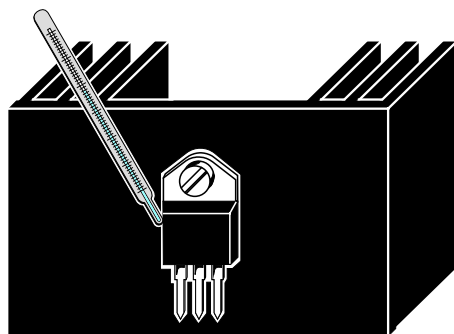



Fig.15 Il corpo del transistor TR1 va sempre applicato su un'aletta di raffreddamento per dissipare velocemente il calore generato. Più alta è la tensione che applicheremo sul Collettore e più elevata è la corrente che preleveremo dal suo Emettitore, più il transistor si scalderà.

freddamento (vedi fig.15) per disperdere velocemente il **calore** generato dal suo corpo.

RENDERE più STABILE la tensione D'USCITA

Anche se il circuito composto da un transistor e da un diodo zener (vedi fig.12) ci permette di ottenere in uscita delle tensioni **stabili**, noteremo che variando la **corrente** di assorbimento, varierà leggermente il valore della **tensione**.

Per avere un alimentatore che fornisca in uscita una tensione **molto stabile** che non vari al variare della **corrente** di assorbimento, dovremo aggiungere un secondo **transistor** (vedi il transistor **TR2** in fig.16), che provveda a correggere automaticamente le più piccole variazioni di tensione.

Questo transistor di piccola potenza aggiunto funziona da **amplificatore** di **errore**.

In pratica il transistor **TR2** compara la tensione prelevata sull'uscita di **TR1** tramite le due resistenze **R3-R4**, con quella del **diodo zener** applicato sul suo terminale **E**mettitore.

Se la tensione in uscita **aumenta**, il transistor **TR2** provvede ad **abbassare** la tensione sulla **B**ase del transistor **TR1** quanto basta per riportarla sul valore richiesto.

Se la tensione in uscita **diminuisce**, il transistor **TR2** provvede ad **aumentare** la tensione sulla **B**ase di **TR1** quanto basta per riportarla sul valore richiesto.

In questo circuito sono molto **critici** i valori delle due resistenze **R3-R4**.

CALCOLI per la PROGETTAZIONE

Ora vi indichiamo quali calcoli eseguire per realizzare un alimentatore stabilizzato in grado di erogare in uscita **12 volt - 1,5 amper**.

Prima di proseguire dovete ricordare che:

- Il **diodo zener** deve essere scelto con un valore di tensione pari a circa **1/3** del valore della tensione **stabilizzata** che si desidera ottenere in uscita.

Quindi per ottenere in uscita una tensione di **12 volt** dovremo scegliere un diodo zener da:

12 : 3 = 4 volt

Non trovando questo valore potremo tranquillamente utilizzare un diodo da **4,3** o **4,7 volt**.

- Nel **diodo zener** dovremo far scorrere una **corrente** compresa tra **5-7 milliamper**.

- La tensione **Vin** da applicare sul **C**ollettore del transistor di potenza **TR1** deve essere **maggiore** di **1,4 volte** rispetto ai **volt** che vogliamo ottenere **stabilizzati**, quindi ci occorre una tensione di:

12 x 1,4 = 16,8 Vin minimi

Dovremo pertanto utilizzare una **Vin** che non risulti minore di **16,8 volt** e per far ciò potremo scegliere tensioni di **18 volt**, ma anche di **22-30-36 volt**.

Ammesso di avere disponibile una tensione di **18 volt** e di avere scelto un diodo **zener** da **4,3 volt**, potremo subito calcolare il valore della **R1**.

CALCOLO della resistenza R1

Dovendo far scorrere nel diodo zener una corrente compresa tra **5** e **7 milliamper**, prenderemo un valore medio, cioè **6 milliamper**, poi calcoleremo il valore della **R1** con la formula:

ohm R1 = [(Vin – Vz) : mA] x 1.000

Vin = è il valore della **tensione** che viene applicata sul **C**ollettore del transistor **TR1** che, nel nostro esempio, è di **18 volt**;

Vz = è il valore del diodo **zener**, cioè **4,3 volt**;

mA = è la corrente che vogliamo far scorrere nel diodo **zener**, cioè **6 milliamper**.

Inserendo questi valori nella formula otterremo:

[(18 – 4,3) : 6] x 1.000 = 2.283 ohm

Poichè questo valore non è **standard** sceglieremo il valore più prossimo, cioè **2.200 ohm**.

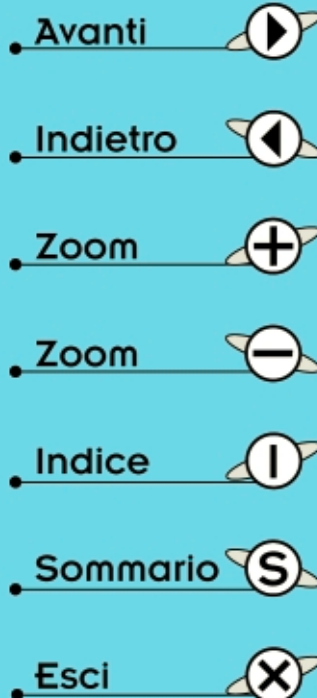
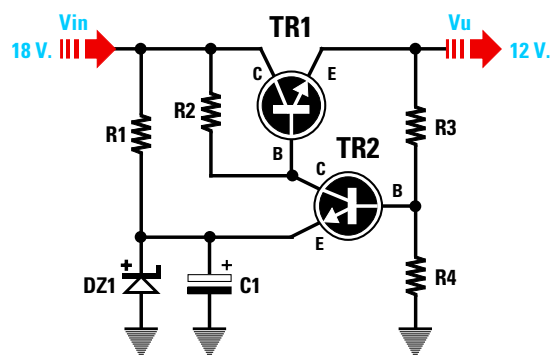
Per conoscere quale **corrente** scorre nel diodo **zener** con una resistenza da **2.200 ohm** anzichè da **2.283 ohm** potremo usare questa formula:

mA = [(Vin – Vz) : ohm] x 1.000

quindi nel diodo zener scorrerà una corrente di:

[(18 – 4,3) : 2.200] x 1.000 = 6,22 milliamper

CALCOLO della resistenza R2

Per calcolare il valore della resistenza **R2** bisogna conoscere l'**Hfe** del transistor **TR1**.

Valori per una tensione d'ingresso Vin di 18 volt, per una tensione d'uscita Vu di 12 volt e per una corrente max di 1,5 amper:

R1 = 2.200 ohm
R2 = 120 ohm
R3 = 7.000 ohm
R4 = 5.000 ohm
DZ1 = diodo zener da 4,3 volt
C1 = elettrolitico da 10 microfarad
TR1 = transistor NPN di potenza
TR2 = transistor NPN di bassa potenza

Fig.16 Per rendere più stabile la tensione che preleveremo sull'uscita di TR1 occorre pilotare la sua Base con un secondo transistor (vedi TR2). Questo transistor controllerà il valore di tensione presente sulla giunzione R3-R4 con quello fornito dal diodo zener DZ1. Se la tensione d'uscita aumenta, il transistor TR2 farà condurre di meno TR1, se la tensione diminuisce, il transistor TR2 farà condurre di più il transistor TR1.

Facciamo presente che tutti i transistor di **potenza** hanno una **Hfe** che si aggira intorno ai **30-40**, mentre i transistor di **media potenza** hanno una **Hfe** che si aggira intorno ai **40-50**.
Ammesso che il transistor prescelto abbia una **Hfe** di **35**, potremo calcolare il valore della **corrente** di **Base** con la formula:

mA Base = (amper max : Hfe) x 1.000

Poichè in uscita vogliamo prelevare una corrente di **1,5 amper**, dovremo far scorrere sulla **B**ase di **TR1** una corrente di:

(1,5 : 35) x 1.000 = 42,85 mA

valore che arrotonderemo a **43 mA**.

Conoscendo la corrente di **B**ase, che indicheremo con la sigla **Ib,** potremo calcolare il valore della resistenza **R2** con la formula:

ohm R2 = [(Vin – Vu – 0,7) : (Ib + 3,11)] x 1.000

Vin = è il valore della tensione da applicare sul **C**ollettore di **TR1** che, nel nostro esempio, è **18 volt**;

Vu = è il valore della tensione che vogliamo ottenere sull'**uscita** dell'alimentatore, cioè **12 volt**;

0,7 = è la caduta di tensione introdotta dal transistor di potenza **TR1**;

Ib = è la corrente che applichiamo sulla **B**ase del transistor **TR1** che abbiamo calcolato sui **43 mA**;

3,11 = è il valore della corrente che scorre nel **diodo zener** diviso per **2**, infatti, sapendo che nel diodo scorre una corrente di **6,22 mA**, dividendo questo numero per **2** otterremo **3,11 mA**.

Inserendo questi dati nella formula che abbiamo precedentemente riportata otterremo:

[(18 – 12 – 0,7) : (43 + 3,11)] x 1.000 = 114 ohm

valore che arrotonderemo a **120 ohm**.

CALCOLO della resistenza R4

Per calcolare il valore della resistenza **R4** da collegare tra la **B**ase del transistor **TR2** e la **massa** useremo questa formula:

ohm R4 = [(Vz + 0,7) : mA] x 1.000

Poichè nella resistenza **R4** faremo scorrere una corrente di **1 milliamper**, avendo utilizzato un diodo zener da **4,3 volt** dovremo scegliere per la **R4** una resistenza da:

[(4,3 + 0,7) : 1] x 1.000 = 5.000 ohm

CALCOLO della resistenza R3

Per calcolare il valore della resistenza **R3** da collegare tra l'**E**mettitore del transistor **TR1** e la **B**ase del transistor **TR2** useremo questa formula:

ohm R3 = [Vu : (Vz + 0,7)] – 1 x R4

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

come prima operazione eseguiremo:

[12 : (4,3 + 0,7)] = 2,4

a questo numero sottrarremo **1**, poi moltiplicheremo il risultato per il valore di **R4**:

(2,4 – 1) x 5.000 = 7.000 ohm

Chi tentasse di realizzare questo alimentatore si accorgerebbe che **scollegando** dall'uscita il **carico**, dopo pochi minuti, il transistor **TR2** e il **diodo zener** vanno in "fumo" perchè il valore della resistenza **R2** di soli **120 ohm** fa scorrere attraverso questi due componenti delle correnti elevate.
Per evitare tale inconveniente sarebbe necessario un transistor di **potenza** con una elevata **Hfe**, ma poichè **non** esiste, per aumentare il **guadagno** dello stadio finale di potenza sarà sufficiente collegare alla **B**ase del transistor **TR1** un transistor di **media potenza**.

ALIMENTATORE con finale DARLINGTON

Collegando due transistor come visibile in fig.17 otterremo un circuito chiamato **amplificatore Darlington** che presenta un elevato **guadagno**.
Ammesso che il transistor di **potenza** siglato **TR1** abbia una **Hfe** di **30** e il transistor di **media potenza** siglato **TR3** una **Hfe** di **40**, otterremo uno stadio finale con una **Hfe totale** pari a:

Hfe totale = 30 x 40 = 1.200

Detto questo, andiamo ora a verificare quali valori di resistenza **R1-R2-R3-R4** dovremo utilizzare per realizzare un alimentatore stabilizzato identico, in grado di erogare **12 volt - 1,5 amper**.

Come per il circuito precedente, applicheremo sul **C**ollettore del transistor **TR1** una tensione **Vin** di **18 volt** e sceglieremo un **diodo zener** da **4,3 volt**.

CALCOLO della resistenza R1

Dovendo far scorrere nel **diodo zener** una corrente compresa tra **5-7 milliamper** prenderemo un valore medio di **6 milliamper**, poi calcoleremo il valore della **R1** con la formula:

ohm R1 = [(Vin – Vz) : mA] x 1.000

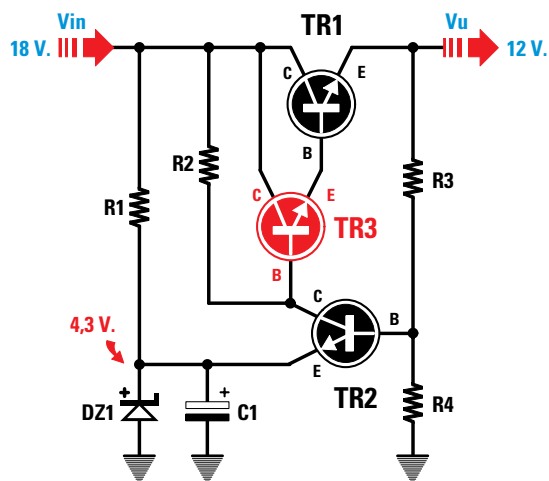
Vin = è il valore della **tensione** che viene applicata sul **C**ollettore del transistor **TR1**, che nel nostro esempio sappiamo è di **18 volt**;

Vz = è il valore del diodo **zener**, cioè **4,3 volt**;

mA = è la corrente che vogliamo far scorrere nel diodo **zener**, cioè **6 milliamper**.

Inserendo questi valori nella formula otterremo:

[(18 – 4,3) : 6] x 1.000 = 2.283 ohm

Poichè questo valore non è **standard** sceglieremo una resistenza da **2.200 ohm**.

Valori per una tensione d'ingresso Vin di 18 volt, per una tensione d'uscita Vu di 12 volt e per una corrente max di 1,5 amper:

R1 = 2.200 ohm
R2 = 1.000 ohm
R3 = 5.500 ohm
R4 = 5.000 ohm
DZ1 = diodo zener da 4,3 volt
C1 = elettrolitico da 10 microfarad
TR1 = transistor NPN di potenza
TR2 = transistor NPN di bassa potenza
TR3 = transistor NPN di bassa potenza

Fig.17 Se il transistor TR1 ha una basso guadagno (Hfe) per aumentarlo occorre realizzare un amplificare Darlington. Questo amplificatore si ottiene collegando alla sua Base un transistor di media potenza (vedi TR3). In questo circuito l'amplificatore di errore TR2 andrà collegato alla Base del transistor TR3 e non più alla Base di TR1.

CALCOLO della resistenza R2

Per calcolare il valore della resistenza **R2** dovremo prendere il valore della **Hfe totale** che, come abbiamo poc'anzi calcolato, è pari a **1.200**.
A questo punto potremo calcolare il valore della **corrente** che deve scorrere sulla **Base** del transistor di **media** potenza **TR3**, usando la formula:

mA Base TR3 = (amper max : Hfe tot) x 1.000

Poichè in uscita vogliamo prelevare una corrente di **1,5 amper** dovremo far scorrere sulla **Base** di **TR3** una corrente di:

(1,5 : 1.200) x 1.000 = 1,25 mA

valore che potremo arrotondare a **1,3 mA**.

Conoscendo la corrente di **B**ase, che indicheremo con la sigla **Ib**, da applicare a questo amplificatore **Darlington**, potremo calcolare il valore della resistenza **R2** con la formula:

ohm R2 = [(Vin – Vu – 1,4) : (Ib + 3,11)] x 1.000

Vin = è il valore della tensione da applicare sul **C**ollettore di **TR1** che, nel nostro esempio, è **18 volt**;

Vu = è il valore della tensione che vogliamo ottenere sull'**uscita** dell'alimentatore, cioè **12 volt**;

1,4 = è la caduta di tensione introdotta dai due transistor **TR3-TR1** collegati in **Darlington**;

Ib = è la corrente che applichiamo sulla **B**ase del transistor **TR3** che abbiamo calcolato su **1,3 mA**;

3,11 = è il valore della corrente che scorre nel **diodo zener** diviso per **2**, infatti, sapendo che nel diodo scorre una corrente di **6,22 mA**, dividendo questo numero per **2** otterremo **3,11 mA**.

Inserendo questi dati nella nostra formula otterremo un valore di:

[(18 – 12 – 1,4):(1,3 + 3,11)] x 1.000 = 1.043 ohm

valore che arrotonderemo a **1.000 ohm**.

Come noterete, il valore della **R2** del circuito di fig.16 era di **120 ohm** e in questo amplificatore **Darlington** di fig.17 è di **1.000 ohm**.

CALCOLO della resistenza R4

Per calcolare il valore della resistenza **R4** da collegare tra la **B**ase del transistor **TR2** e la **massa** useremo questa formula:

ohm R4 = [(Vz + 0,7) : mA] x 1.000

Avendo utilizzato un diodo zener da **4,3 volt**, il valore della resistenza **R4** sarà pari a:

[(4,3 + 0,7) : 1] x 1.000 = 5.000 ohm

CALCOLO della resistenza R3

Per calcolare il valore della resistenza **R3** da collegare tra la **B**ase del transistor **TR2** e l'**E**mettitore del transistor **TR1** useremo questa formula:

ohm R3 = [Vu : (Vz + 1,4)] – 1 x R4

Come prima operazione eseguiremo:

[12 : (4,3 + 1,4)] = 2,1

a questo numero sottrarremo **1**, poi moltiplicheremo il risultato per il valore di **R4**:

(2,1 – 1) x 5.000 = 5.500 ohm

I VALORI delle resistenze R4-R3

A differenza delle altre resistenze, non è possibile arrotondare i valori di **R4-R3**, perchè modificheremmo il valore della tensione sull'uscita.

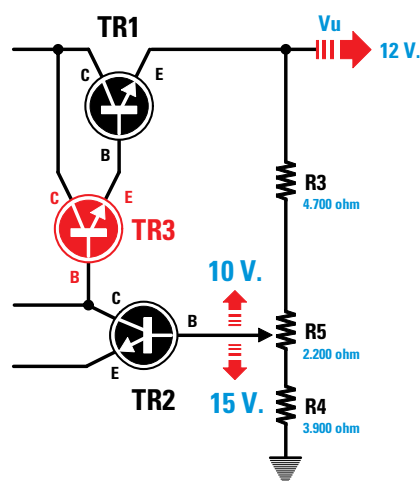



Fig.18 Poichè i valori di R3-R4 di fig.17 non sono standard, per ottenere in uscita 12 volt è consigliabile inserire tra queste due resistenze un trimmer da 2.200 ohm, poi abbassare il valore di R3 a 4.700 ohm e quello della R4 a 3.900 ohm.

Per ottenere in uscita un'esatta tensione di **12 volt**, dovremo scegliere per **R3-R4** due resistenze standard di valore **inferiore** al richiesto, poi collegare in **serie** tra le due resistenze un trimmer da **2.200 ohm** come è possibile vedere in fig.18.

Se per la **R3** sceglieremo un valore di **4.700 ohm** e per la **R4** un valore di **3.900 ohm**, ruotando il **cursore** del trimmer otterremo quanto segue:

- Ruotando il **cursore** del trimmer verso la resistenza **R4**, la tensione in uscita **aumenterà** fino a raggiungere un valore massimo di **15 volt**.

- Ruotando il **cursore** del trimmer verso la resistenza **R3**, la tensione in uscita **diminuirà** fino a raggiungere un valore minimo di **10 volt**.

Il cursore del trimmer **R5** andrà ruotato fino ad ottenere in uscita una tensione di **12 volt**.

UN OPERAZIONALE in sostituzione di TR2

Lo schema di fig.17 può essere ulteriormente migliorato se in sostituzione del transistor **TR2** utilizzeremo un amplificatore **operazionale**.
In fig.19 questo **operazionale** siglato **IC1** è raffigurato con il simbolo a forma di **triangolo**.

Utilizzando un operazionale non dovremo più inserire nella **B**ase del transistor **TR3** la resistenza **R2**, quindi lo schema risulterà molto più semplice.

Anche in questo schema il **diodo zener** andrà scelto con un valore di tensione pari all'incirca ad **1/3** del valore della tensione stabilizzata che vogliamo ottenere in uscita.
Quindi per ottenere in uscita una tensione di **12 volt**, dovremo scegliere un diodo zener da:

12 : 3 = 4 volt

Poichè sappiamo che questo valore non risulta reperibile, sceglieremo un diodo da **4,3** o **4,7 volt**.

Come per gli schemi precedenti, nel **diodo zener** dovremo far scorrere una **corrente** di **6 mA**.

CALCOLO della resistenza R1

Per calcolare il valore di **R1** useremo la formula:

ohm R1 = [(Vin – Vz) : mA] x 1.000

Vin = è il valore della **tensione** che viene applicata sul **C**ollettore del transistor **TR1** che, nel nostro esempio, è di **18 volt**;

Vz = è il valore del diodo **zener**, cioè **4,3 volt**;

mA = è la corrente che vogliamo far scorrere nel diodo **zener**, cioè **6 milliamper**.

Inserendo questi valori nella formula otterremo:

[(18 – 4,3) : 6] x 1.000 = 2.283 ohm

Poichè questo valore non è **standard**, sceglieremo una resistenza da **2.200 ohm**.

CALCOLO della resistenza R4

Per calcolare il valore della resistenza **R4** useremo questa nuova formula:

ohm R4 = (Vz : mA) x 1.000

Poichè nel diodo zener da **4,3 volt** faremo sempre scorrere **1 milliamper**, il valore della resistenza **R4** sarà pari a:

(4,3 : 1) x 1.000 = 4.300 ohm

CALCOLO della resistenza R3

Per calcolare il valore della resistenza **R3** in un circuito stabilizzatore che utilizza un **operazionale** dovremo usare questa formula:

ohm R3 = [(Vu : Vz) – 1] x R4

Per eseguire questa operazione faremo:

12 : 4,3 = 2,79

a questo numero sottrarremo **1**, poi moltiplicheremo il risultato per il valore di **R4**:

(2,79 – 1) x 4.300 = 7.697 ohm

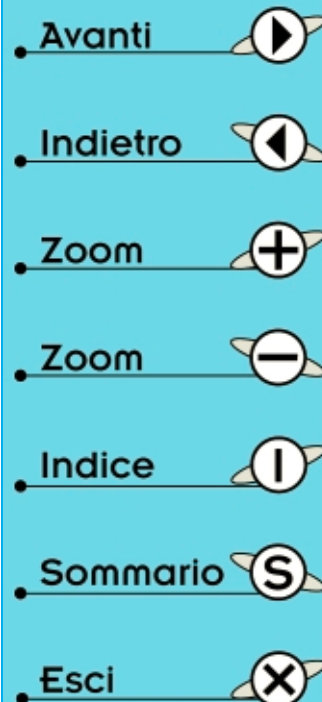
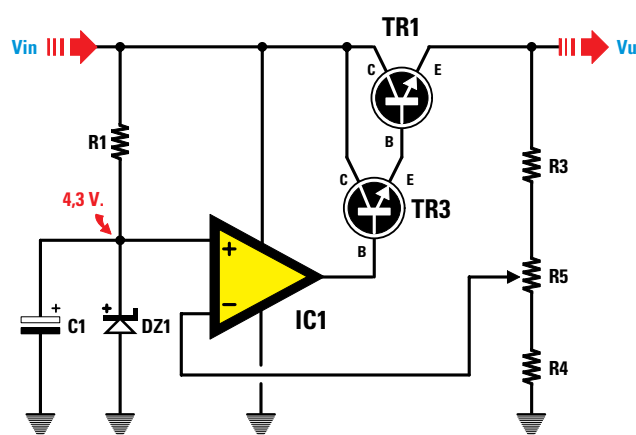
I VALORI delle resistenze R4-R3

Poichè la tensione che si preleva sull'uscita si deve calcolare con la formula:

volt uscita = [(R3 : R4) +1] x Vz

e i valori di queste due resistenze **R4-R3** non sono **standard**, se tentassimo di arrotondarli andremmo a modificare la tensione d'uscita.

Se tentassimo di utilizzare per la resistenza **R3** un valore standard di **6.800 ohm** e per la **R4** un valore standard di **4.700 ohm**, in uscita otterremmo una tensione di:

[(6.800 : 4.700) + 1] x 4,3 = 10,52 volt

Valori per una tensione di ingresso Vin di 18 volt, per una tensione d'uscita Vu di 12 volt e per una corrente max di 1,5 A.:

R1 = 2.200 ohm
R3 = 6.800 ohm
R4 = 3.900 ohm
R5 = trimmer da 2.200 ohm
DZ1 = diodo zener da 4,3 volt
C1 = elettrolitico da 10 mF
TR1 = transistor di potenza
TR3 = transistor bassa potenza
IC1 = operazionale uA.741

Fig.19 L'amplificatore di errore TR2 (vedi fig.17) può essere sostituito con un amplificatore operazionale (vedi simbolo indicato IC1). Usando un operazionale non serve più la resistenza R2. Nell'articolo troverete tutte le formule da utilizzare per calcolare il valore delle resistenze da inserire nello schema elettrico qui sopra riprodotto.

Per ottenere un'esatta tensione di **12 volt** dovremo utilizzare per **R3** un valore di **6.800 ohm** e per la **R4** un valore di **3.900 ohm**, poi collegare in **serie** tra le due resistenze un trimmer da **2.200 ohm** come appare evidenziato in fig.19.
Il cursore del trimmer **R5** andrà ruotato fino ad ottenere in uscita un'esatta tensione di **12 volt**.

L'AMPLIFICATORE OPERAZIONALE

L'amplificatore operazionale **IC1** da utilizzare in questi alimentatori può essere un **LS.141** oppure un **uA.741** o un **TL.081** (vedi fig.20).
Poichè vi presenteremo questi amplificatori operazionali in una **prossima** Lezione, per il momento ci limitiamo a dirvi che i due terminali indicati con i simboli **+** e **–** non sono da collegare al **positivo** o al **negativo** di alimentazione come si potrebbe supporre: infatti, sono due **simboli** che servono solo per indicare come varia la tensione sull'**uscita** dell'operazionale applicando sul terminale **+** una tensione maggiore o minore rispetto a quella presente sul terminale **–**.

LA PROTEZIONE dai CORTOCIRCUITI

Se inavvertitamente **cortocircuiteremo** i due fili d'**uscita** di un alimentatore stabilizzato, il transistor di potenza **TR1** si autodistruggerà in pochi secondi.

Per non correre questo rischio occorre inserire un circuito di **protezione** composto da un piccolo transistor **NPN** (vedi in fig.21 il transistor **TR4**).

Come potete vedere, i due terminali **B**ase e **E**mettitore di questo transistor sono collegati ai due estremi della resistenza **R6**.

In condizioni di normale funzionamento, è come se questo transistor **TR4 non** fosse presente.
Se inavvertitamente venissero **cortocircuitati** i fili d'uscita, ai capi della resistenza **R6** ci ritroverem-

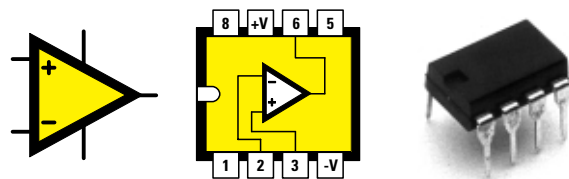



Fig.20 Simbolo grafico degli operazionali uA.741 - LS.141 e TL.081 e connessioni sul loro zoccolo viste da sopra. Sulla sinistra del corpo è riportata la tacca di riferimento a forma di U che ci serve per non invertire l'integrato quando lo inseriremo nel suo piccolo zoccolo.

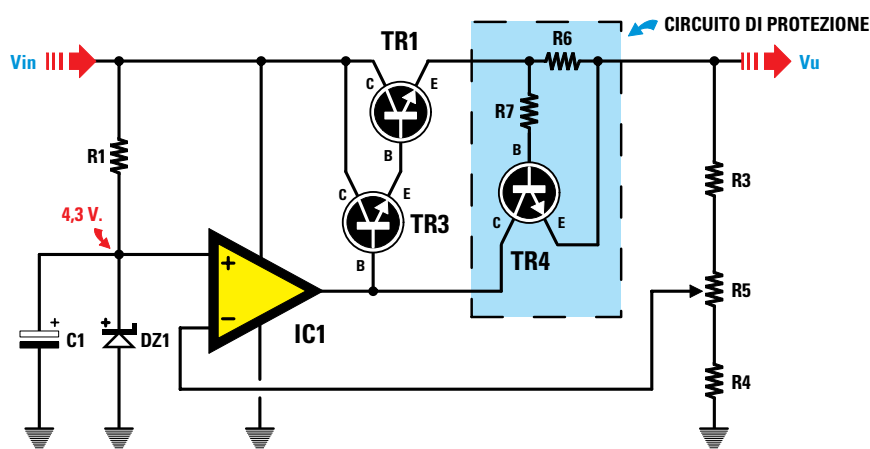



Fig.21 Per proteggere il transistor di potenza TR1 da cortocircuiti esterni dovremo collegare agli estremi della resistenza a filo R6 un piccolo transistor NPN (vedi TR4). Se sull'uscita non è presente nessun cortocircuito, il transistor TR4 non esegue alcuna funzione. Quando all'esterno dell'alimentatore si verifica un cortocircuito, il transistor TR4 inizia a condurre e istantaneamente toglie la tensione di polarità sulla Base del transistor TR3 e di conseguenza dall'uscita di TR1 non fuoriuscirà nessuna tensione.
In questo schema, la resistenza R6 è da 0,47 ohm 2-3 watt e la resistenza R7 da 1.000 ohm 1/4 di watt. Per tutti gli altri componenti vedere lo schema riportato in fig.19.

mo una tensione più **positiva** sulla **B**ase rispetto a quella presente sull'**E**mettitore.
In queste condizioni il transistor **TR4** inizierà a condurre cortocircuitando a **massa** la **B**ase del transistor **TR3**, che pilota il finale di potenza **TR1**.
Con **0 volt** sulla **B**ase di **TR3**, il transistor **TR1** non potrà più condurre, quindi dalla sua uscita non uscirà **nessuna** tensione.
Il valore della resistenza **R6** è molto critico, perchè in funzione della **corrente** che scorre ai suoi capi, otterremo una **tensione** più che sufficiente a portare in conduzione il transistor **TR4**.

Per calcolare il valore di questa resistenza potremo usare la formula:

ohm R6 = 0,7 : amper

Nota = **0,7** è la tensione necessaria alla **B**ase del transistor **TR1** per portarsi in conduzione.
Se abbiamo realizzato un alimentatore in grado di erogare una corrente **massima** di **1,5 amper**, dovremo calcolare il valore della **R6** per una corrente leggermente **maggiore**.
Se sceglieremo una **corrente** di **1,6 amper** dovremo utilizzare una resistenza da:

0,7 : 1,6 = 0,437 ohm

Questa resistenza dovrà risultare a **filo** e per conoscere di quanti **watt minimi** la dovremo scegliere potremo utilizzare la formula:

watt = (amper x amper) x R6 in ohm

quindi per una corrente di **1,6 amper** ci occorre una resistenza da:

(1,6 x 1,6) x 0,437 = 1,11 watt

Pertanto dovremo scegliere una resistenza di **wattaggio** maggiore, vale a dire **2** o **3 watt**.
Poichè **0,437** ohm non è un valore **standard**, se utilizzeremo una resistenza da **0,47 ohm**, il circuito entrerà in protezione con una corrente di:

0,7 : 0,47 = 1,48 amper

Se utilizzeremo una resistenza da **0,39 ohm**, il circuito entrerà in protezione solo quando supereremo una corrente di:

0,7 : 0,39 = 1,79 amper

Nella prossima Lezione vi presenteremo altri nuovi ed interessanti schemi, quindi se volete diventare dei veri **esperti** di alimentatori dovete solo seguirci.

Fig.22 Come si presenta l'alimentatore variabile LX.5029 da 2 amper.

ALIMENTATORE VARIABILE da 5 a 22 VOLT 2 AMPER

Anche se al termine di questa Lezione sarete già in grado di progettare un qualsiasi alimentatore stabilizzato, passando dalla teoria alla **pratica** potreste trovarvi di fronte a dei **piccoli** inconvenienti che non saprete come risolvere.

Se, ad esempio, vi dicessimo di realizzare un valido alimentatore in grado di fornire in uscita una tensione **stabilizzata** regolabile da **5 volt** a **22 volt** con una corrente di **2 amper**, optereste sicuramente per lo schema di fig.21.
In fig.23 vi proponiamo lo stesso alimentatore per farvi vedere come, passando dalla teoria alla pratica, siano in realtà necessari più componenti di quelli presenti nello schema di fig.21.

Iniziamo a descrivere questo circuito dal **secondario** del trasformatore **T1** in grado di fornire in uscita una tensione **alternata** di **21 volt** ed una **corrente** di **2,5 amper**.
Raddrizzando questa tensione alternata con il **ponte** raddrizzatore **RS1** e livellandola con il condensatore elettrolitico **C1** otterremo una tensione **continua** che raggiungerà un valore di:

(21 – 1,4) x 1,41 = 27,63 volt circa

Abbiamo precisato **27,63 volt circa** perchè occorre sempre tenere presente che la tensione di rete dei **220 volt** non è mai **stabile**, quindi è normale ritrovarsi in uscita una tensione che può variare da **27 volt** a **28,2 volt**.

Poichè in uscita desideriamo prelevare una tensione stabilizzata massima di **22 volt** - **2 amper**, dovremo utilizzare per **C1** un elettrolitico che abbia una capacità minima di:

20.000 : (22 : 2) = 1.818 microfarad

Poichè questo valore non è **standard**, useremo una capacità **maggiore**, cioè **2.200 microfarad**.

In parallelo a questo condensatore troviamo inserito un condensatore poliestere da **100.000 picofarad**, pari a **0,1 microfarad** (vedi **C2**) e probabilmente vi chiederete quale differenza possa sussistere tra una capacità di **2.200 mF** ed una di **2.200,1 mF**.

Questo condensatore poliestere da **0,1 mF** non serve per livellare la tensione pulsante, ma solo per **scaricare** velocemente a **massa** tutti quegli impulsi **spuri** presenti nella tensione di rete dei **220 volt** che, passando attraverso il trasformatore **T1**, potrebbero giungere sul **C**ollettore del transistor **TR2** con dei picchi di tensione **così elevati** da metterlo in breve tempo fuori uso.

Avendo a disposizione una tensione **continua** di circa **27,6 volt**, per calcolare il valore della resistenza **R2** da collegare al diodo zener **DZ1** da **4,3 volt** affinchè assorba una corrente non inferiore a **6 mA** useremo la formula che già conosciamo:

ohm R2 = [(Vin – Vz) : mA] x 1.000

quindi il valore della **R2** sarà di:

[(27,6 – 4,3) : 6] x 1.000 = 3.883 ohm

Poichè questo valore **non** è standard si ripiegherà su quello più prossimo, cioè **3.900 ohm**.

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

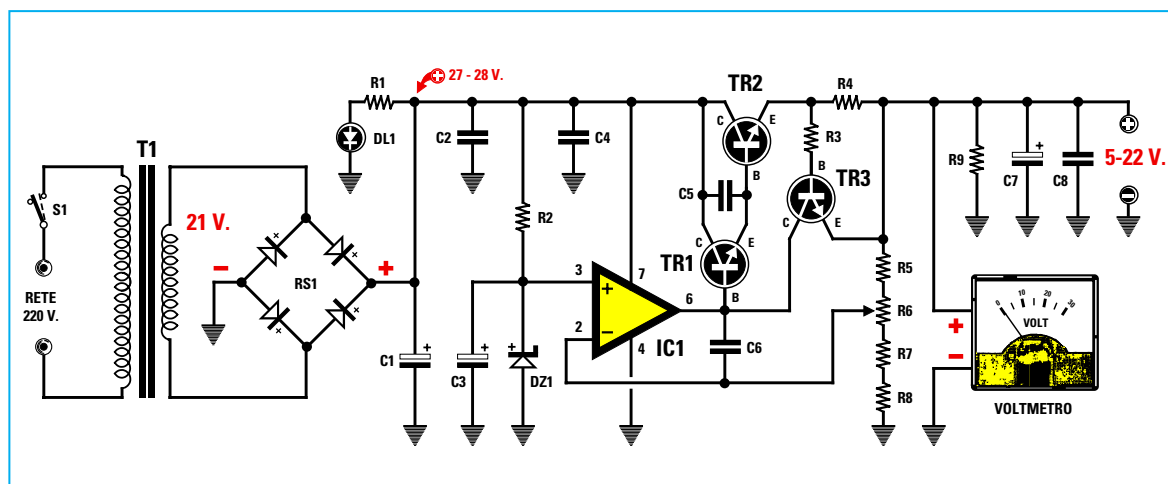



Fig.23 Schema elettrico dell'alimentatore da 2 amper in grado di fornire in uscita una tensione variabile che, partendo da un valore minimo di 5 volt, potrà arrivare fino ad un valore massimo di 22 volt. Questo alimentatore è protetto contro i cortocircuiti.

Tenendo però presente che tutte le resistenze hanno una tolleranza e che, pertanto, la **R2** anzichè da **3.900 ohm** potrebbe risultare in pratica da **4.000 ohm** e che la tensione di rete da **220 volt** potrebbe abbassarsi a **210 volt**, se vogliamo far scorrere nel diodo zener una corrente non inferiore a **6 mA**, ci conviene utilizzare una resistenza del valore di **3.300 ohm**.

Con questo valore, nel diodo zener scorrerà una corrente che potremo calcolare con la formula:

mA = [(Vin - Vz) : ohm] x 1.000

quindi nel diodo zener scorrerà una corrente di:

[(27,6 - 4,3) : 3.300] x 1.000 = 7 mA

pertanto, anche se dovesse **abbassarsi** la tensione di rete non scenderemmo mai sotto i **6 mA**.

Passando al transistor di potenza **TR2**, è possibile notare che tra il suo **C**ollettore e la sua **B**ase risulta inserito un condensatore da **3.300 picofarad** (vedi **C5**) e anche a proposito di tale componente vi chiederete a cosa serve.

Poichè tutti gli amplificatori **Darlington** hanno degli elevati **guadagni**, potrebbero **autoscillare** generando delle **frequenze** ultrasoniche che poi ritroviamo sui morsetti d'uscita.
Questo condensatore impedisce ai due transistor **TR1-TR2** di autoscillare.

ELENCO COMPONENTI LX.5029

R1 = 2.200 ohm 1/2 watt
R2 = 3.300 ohm
R3 = 1.000 ohm
R4 = 0,27 ohm 3 watt
R5 = 1.000 ohm
R6 = 4.700 ohm pot. lin.
R7 = 560 ohm
R8 = 1.000 ohm
R9 = 2.200 ohm 1/2 watt
C1 = 2.200 mF elettrolitico
C2 = 100.000 pF poliestere
C3 = 100 mF elettrolitico
C4 = 100.000 pF poliestere
C5 = 3.300 pF poliestere
C6 = 3.300 pF poliestere
C7 = 220 mF elettrolitico
C8 = 100.000 pF poliestere
RS1 = ponte raddrizz. 80 V. 3 A.
DL1 = diodo led
DZ1 = zener 4,3 volt 1/2 watt
TR1 = NPN tipo BC.547
TR2 = NPN tipo TIP.33
TR3 = NPN tipo BC.547
IC1 = integrato tipo LS.141
T1 = trasform. 50 watt (T050.03)
sec. 21 V. 2,5 A.
S1 = interruttore
Voltmetro = f.s. 30 V.

Nota: laddove non è specificato, le resistenze devono intendersi da 1/4 di watt.

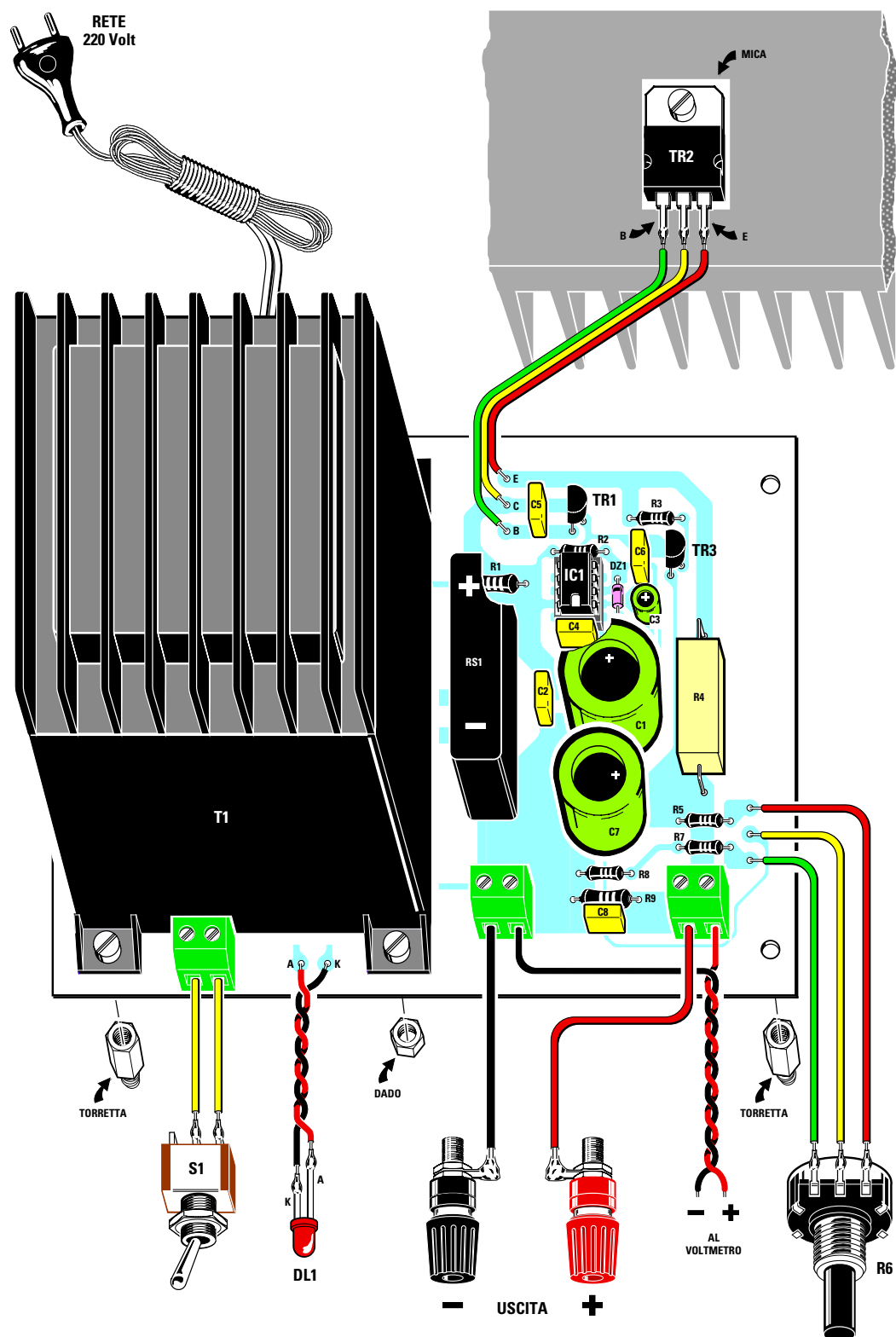



Fig.24 Schema pratico di montaggio dell'alimentatore. Prima di fissare il transistor di potenza TR2 sull'aletta di raffreddamento consigliamo di guardare le figg.29 - 30.

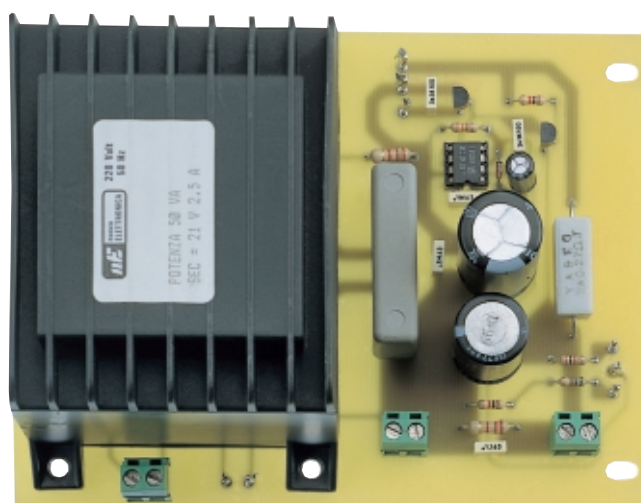



Fig.25 In questa foto potete vedere il circuito stampato LX.5029 con sopra montati tutti i componenti. Consigliamo di tenere la resistenza a filo R4 sollevata di 1 mm dal circuito stampato.

Fig.26 Il circuito stampato andrà fissato sul piano del mobile con le torrette metalliche presenti nel kit.
Sul pannello frontale fisserete il voltmetro, il diodo led, le morsettiere d'uscita ed il potenziometro R6 necessario per regolare la tensione.

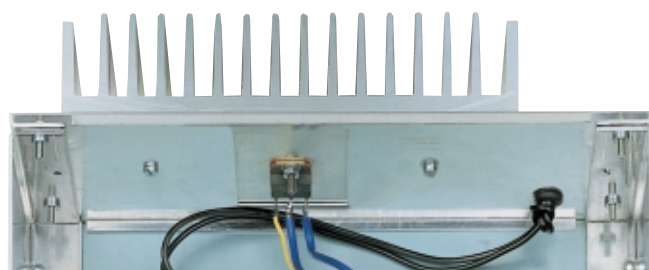
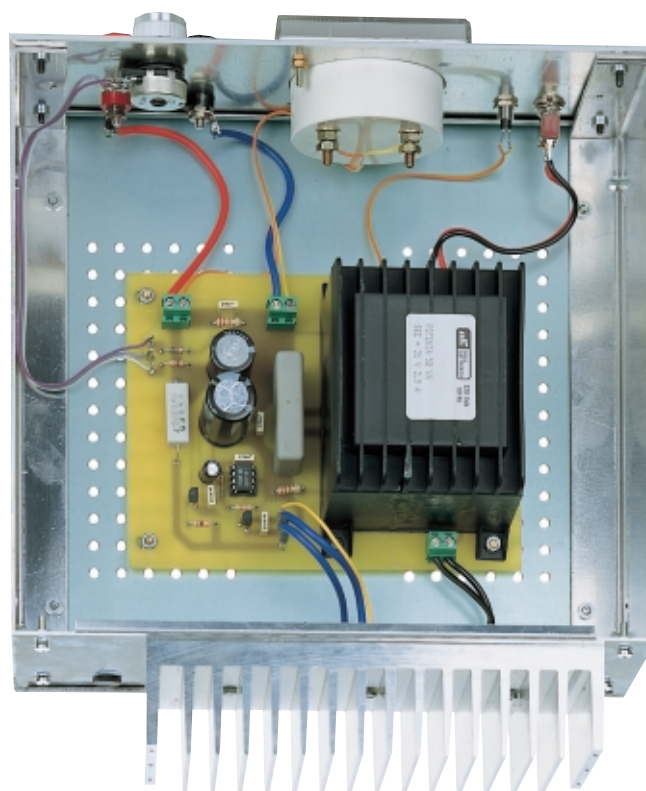



Fig.27 Il transistor TR2 andrà fissato sull'aletta di raffreddamento collocata sul pannello posteriore del mobile.

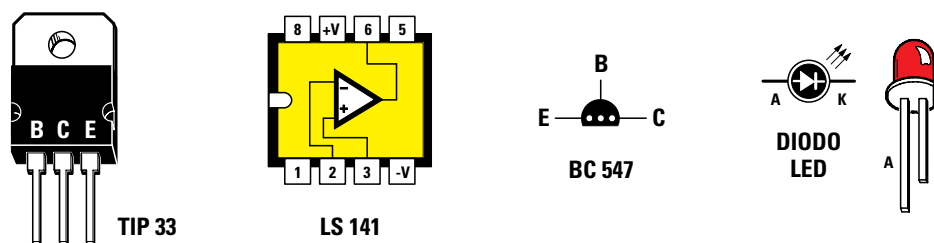



Fig.28 Connessioni dei terminali dell'integrato LS.141 (IC1) viste da sopra, dei terminali B-C-E del transistor TIP.33 (TR2) e dei BC.547 (TR1-TR3) viste da sotto. Il terminale più lungo "A" del diodo led va collegato a R1 ed il terminale più corto "K" a massa.

In questo alimentatore abbiamo ovviamente inserito anche una protezione per i **cortocircuiti** composta dalla resistenza **R4** da **0,27 ohm** e dal transistor **TR3**, che provvede a **togliere** la tensione sui morsetti d'uscita quando la corrente che preleviamo supera il valore di **2,5 amper**.

Per variare la tensione d'uscita da un minimo di **5 volt** fino ad un massimo di **22 volt**, dovremo solo ruotare il cursore del potenziometro **R6**.
Se ruoteremo il cursore del potenziometro verso le resistenze **R7-R8** da **1.200 ohm**, in uscita otterremo una tensione di **22 volt**, se lo ruoteremo verso la resistenza **R5** da **1.000 ohm** in uscita otterremo una tensione di **5 volt**.

Sui terminali d'uscita di questo alimentatore troviamo nuovamente un condensatore **elettrolitico** da **220 mF** con in parallelo un condensatore **poliestere** da **100.000 pF** (vedi **C7-C8**).

La resistenza **R9** da **2.200 ohm 1/2 watt** posta in parallelo con questi due condensatori serve per scaricarli ogni volta che si **spegne** l'alimentatore, oppure quando si passa da una tensione **maggiore** ad una tensione **minore**.

Per sapere quale tensione è presente sulle boccole d'uscita conviene inserire, come in effetti abbiamo fatto, un **voltmetro** da **30 volt** fondo scala.

REALIZZAZIONE PRATICA

Tutti i componenti necessari per realizzare questo alimentatore trovano posto sul circuito stampato siglato **LX.5029**.
In fig.24 potete vedere lo schema pratico e in fig.25 la foto dell'alimentatore montato.
Potete iniziare a montare questo circuito dallo zoccolo per l'integrato **IC1** e, dopo averne saldati gli 8 piedini sulle piste in rame dello stampato, inserite le poche **resistenze** e condensatori **poliestere**.

Sulla destra dello zoccolo di **IC1** inserite il diodo zener **DZ1**, verificando che la **fascia nera** che contorna il suo corpo risulti rivolta verso l'alto.

Dopo questi componenti potete inserire i condensatori **elettrolitici** rispettando la polarità **+/–** dei due terminali. Il terminale **più lungo** che fuoriesce dal loro corpo è sempre il **positivo**, pertanto va inserito nel foro contrassegnato **+**.

Prendete quindi i due transistor **TR1-TR3** e, senza accorciarne troppo i terminali, inseriteli nelle posizioni richieste, rivolgendo la **parte piatta** del loro corpo verso il trasformatore **T1**.

Nello stampato dovete anche inserire le quattro **morsettiere** a **2 poli** (quella utilizzata per collegare il cordone di rete dei **220 volt**, nel disegno di fig.24 non risulta visibile perchè coperta da T1).

Sulla destra del trasformatore **T1** inserite il ponte raddrizzatore **RS1**, rivolgendo verso l'alto il lato contrassegnato con un **+**.

Nei fori dai quali partono i fili **B-C-E** per il transistor **TR2** e nei fori dai quali partono i tre fili per il potenziometro **R6** inserite i piccoli terminali a spillo che troverete nel kit.

Per completare il montaggio su questo stampato dovete fissare il trasformatore **T1**, inserendo nei due fori presenti sulla sinistra di quest'ultimo le due **torrette** in **ottone** incluse nel kit.
Queste due torrette assieme ad altre due da inserire nei fori presenti sulla destra del circuito stampato, vi serviranno per tenere distanziato il circuito stesso dalla base del mobile metallico.
Negli altri due fori del trasformatore inserite due **normali** viti in ferro complete di dado.

Fissato il trasformatore, innestate nel relativo zoccolo l'integrato **IC1**, rivolgendo la tacca di riferi-

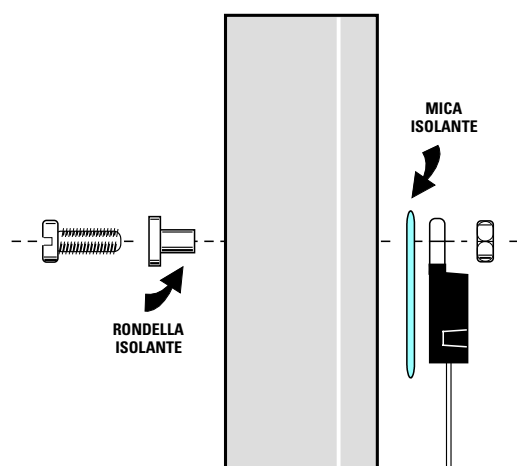



Fig.29 Tra il lato metallico del corpo del transistor TR2 e l'aletta di raffreddamento andrà inserita la "mica" isolante, mentre la "rondella" di plastica che troverete nel kit andrà inserita nel corpo della vite di fissaggio. Se non isolerete la vite con questa rondella, provocherete un CORTOCIRCUITO.

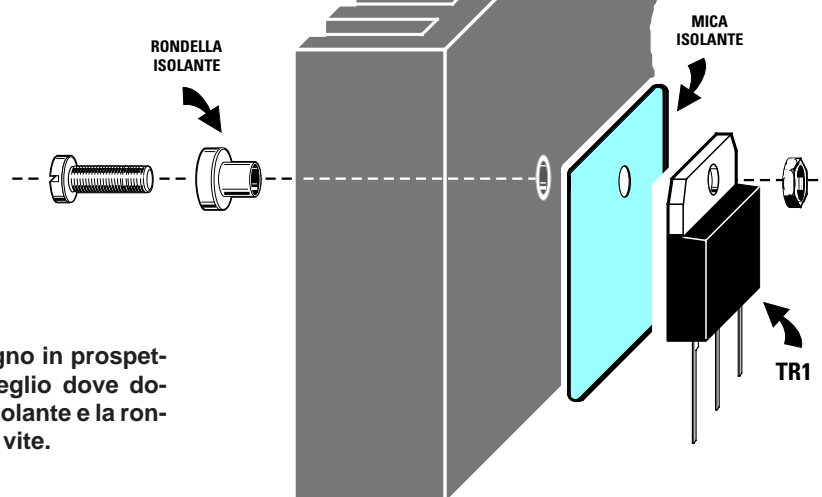



Fig.30 In questo disegno in prospettiva potete vedere meglio dove dovrete fissare la mica isolante e la rondella di plastica sulla vite.

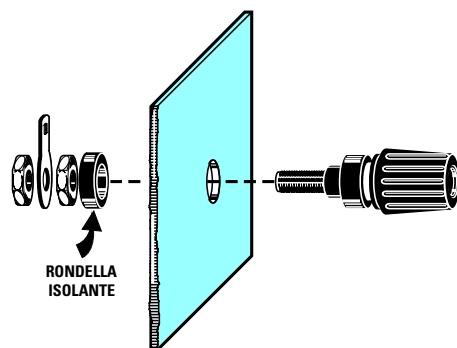



Fig.31 Prima di fissare le due morsettiere d'uscita sul pannello frontale, dovrete sfilare dal loro corpo la rondella isolante, poi, dopo avere inserita la morsettiera nel foro, reinserirete nella parte interna la rondella e la bloccherete sul pannello con il relativo dado.

mento a forma di **U** presente su un solo lato del suo corpo verso il condensatore poliestere **C4**.

Quando inserite questo integrato nel relativo zoccolo, controllate che tutti i piedini entrino perfettamente nei fori di quest'ultimo, perchè se **uno** solo di essi si **ripiega** verso l'esterno il circuito non funzionerà.
Se riscontrate che i piedini di questo integrato risultano leggermente più divaricati rispetto al **passo** dello zoccolo, vi ricordiamo che per ovviare a questo inconveniente è sufficiente comprimere entrambi i lati dell'integrato sul piano di un tavolo.

A questo punto prendete l'**aletta** di raffreddamento e fissate sopra ad essa il transistor di potenza siglato **TR2**.

Importante = Poichè il corpo **metallico** di questo transistor deve risultare **isolato** dal metallo dell'**aletta** di raffreddamento, per fissarlo dovete inserire tra esso e l'aletta, la **mica isolante** che troverete nel kit (vedi fig.30), inserendo poi nella vite di fissaggio, dal lato del dado, la **rondella isolante** anch'essa presente nel kit.
Se dimenticherete di usare la **mica** e la **rondella isolante**, la tensione **positiva** verrà cortocircuitata a massa, quindi se lascerete acceso per diversi minuti l'alimentatore in queste condizioni, si brucerà dapprima il ponte raddrizzatore **RS1** e poi il trasformatore **T1**.
Pertanto, prima di collegare i tre fili ai terminali **B-C-E**, controllate con un **tester** in posizione **ohm** che il corpo metallico del transistor risulti **isolato** dal metallo dell'aletta di raffreddamento.
Constatato che tutto risulta regolare, saldate sui terminali **B-C-E** del transistor tre spezzoni di filo di rame isolato in plastica, che abbia un diametro di circa **1,10 mm** (diametro del filo di rame e non della plastica esterna).

Fate anche molta attenzione a **non** invertire i fili **B-C-E** quando li salderete sui terminali a spillo presenti sul circuito stampato.

Come visibile nella foto di fig.22, sul pannello frontale vanno montate la boccola **rossa** e la **nera** per prelevare la tensione d'uscita, il potenziometro **R6** per variare la tensione d'uscita, l'interruttore di accensione **S1**, il diodo led **DL1** e lo strumentino **voltmetro**.
Sul pannello posteriore dovete invece fissare l'aletta di raffreddamento con sopra montato il transistor di potenza **TR2** (vedi fig.27).
Quando inserirete la morsettiera rossa e quella nera nel pannello frontale, dovrete svitare dal retro di ciascuna di esse i due dadi e la **rondella isolante** e, come abbiamo illustrato in fig.31, dovrete inserire nel foro del pannello il corpo della morsettiera e posteriormente la **rondella isolante**, fissando infine il tutto con i due dadi.
Quando collegherete i due fili necessari per alimentare il diodo led **DL1** e che partono dai terminali **A-K**, dovete rispettare la loro polarità, diversamente il diodo led **non** si accenderà.
Il filo **K** va al terminale più **corto** del diodo led e il filo **A** al terminale più **lungo**.

Come potete vedere nel disegno pratico di fig.24, dalla morsettiera posta vicino al trasformatore **T1** parte il filo da collegare alla morsettiera **nera** del **negativo** e al terminale **–** del voltmetro, mentre dalla morsettiera posta sulla destra parte il filo da collegare alla morsettiera **rossa** del **positivo** e al terminale **+** del voltmetro.

Desideriamo far presente che prelevando da questo alimentatore la massima **corrente** di **2 amper** per più di un'ora, l'aletta di raffreddamento **scotterà tanto** da non essere possibile appoggiarvi la mano sopra.

Di questo non preoccupatevi perchè è **normale**, anzi, scendendo su valori di tensione di **5-6 volt** la temperatura dell'aletta **aumenterà** ulteriormente.
Per permettere all'aria di prelevare il calore presente sull'aletta per disperderlo nell'ambiente, **evitate** di appoggiare la parte posteriore del mobile ad una parete.

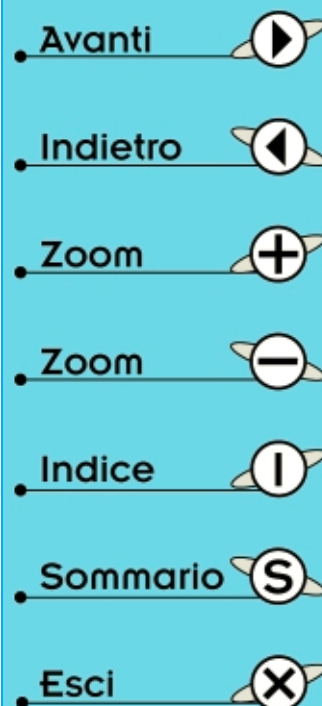
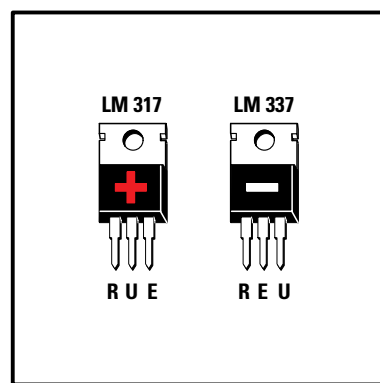
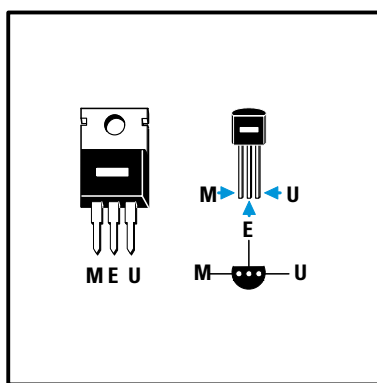
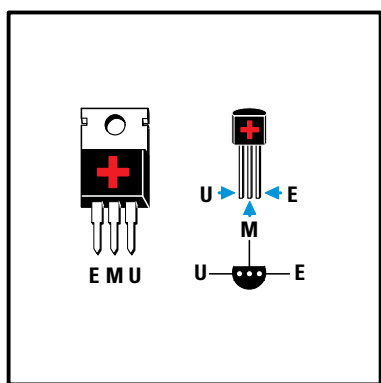
COSTO di REALIZZAZIONE

Costo di tutti i componenti necessari per realizzare l'alimentatore contrassegnato dalla sigla **LX.5029** (vedi fig.24) compresi circuito stampato, transistor, integrato, trasformatore di alimentazione, ponte raddrizzatore, aletta di raffreddamento, cordone di rete, potenziometro con manopola, ecc., **esclusi** il **voltmetro** ed il **mobile**
Lire 90.000 Euro 46,48

Costo del mobile metallico **MO.5029** completo di mascherina forata e serigrafata
Lire 35.000 Euro 18,08

Costo del **voltmetro** da 30 volt
Lire 27.000 Euro 13,94

Costo del solo circuito stampato **LX.5029**
Lire 14.500 Euro 7,49

Tutti prezzi sono già **comprensivi** di IVA. Coloro che richiedono il kit in **contrassegno**, dovranno aggiungere le spese postali richieste dalle P.T. che si aggirano intorno a **L.7.000 Euro 3,62** per pacco.

*imparare l'*ELETTRONICA *partendo da* ZERO

Nella Lezione precedente vi abbiamo spiegato come funziona e come si progetta un alimentatore **stabilizzato** con dei **transistor**, in questa Lezione vi presentiamo degli **integrati stabilizzatori** provvisti di soli **3** terminali e che hanno le stesse dimensioni di un transistor, che ci permettono di ottenere in uscita delle tensioni stabilizzate **positive** se useremo degli integrati che iniziano con il numero **78** oppure **negative** se iniziano con il numero **79**.

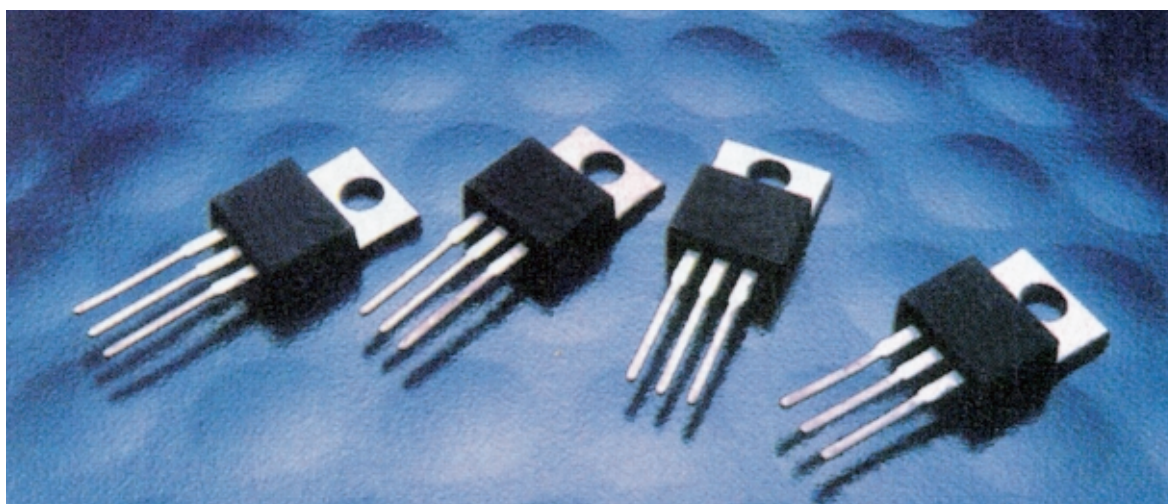
Oltre alla serie di integrati siglati **78-79** ve ne presentiamo altri due siglati **LM.317 - LM.337**, sempre provvisti di **3** terminali, che a differenza dei primi ci permettono di ottenere in uscita delle tensioni **variabili positive** oppure **negative**.

L'integrato **LM.317** lo useremo per ottenere in uscita delle tensioni stabilizzate **positive**, mentre l'integrato **LM.337** per ottenere in uscita delle tensioni stabilizzate **negative**.

In questa Lezione vi spieghiamo anche come aumentare la **corrente d'uscita** e come trasformare un alimentatore stabilizzato in **tensione** in un alimentatore stabilizzato in **corrente**.

Infine, vi presentiamo un alimentatore **duale** in grado di fornire in uscita tensioni di **5+5 - 9+9 - 12+12 - 15+15 volt** con una **corrente** massima di **1,2 amper**.

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

INTEGRATI STABILIZZATORI di TENSIONI

Già da tempo esistono degli integrati provvisti di **3 terminali** in grado di fornire in uscita delle tensioni stabilizzate **positive** o **negative** su valori **fissi** di **5-8-12-15-18-24 volt**.

Quelli delle stesse dimensioni di un transistor di **potenza** (vedi figg.32-33) sono in grado di erogare una corrente massima di **1 amper** a patto che il loro corpo venga fissato sopra un'**aletta** di **raffreddamento**, diversamente non è possibile prelevare più di **0,5-0,6 amper** perchè, non appena il loro corpo supera la temperatura massima consentita, entra in azione una **protezione termica** interna che limita la corrente d'uscita.

Tutti gli integrati che iniziano con il numero **78** stabilizzano le sole tensioni **positive** come appare evidenziato nella **Tabella N.1**.
Tutti gli integrati che iniziano con il numero **79** stabilizzano le sole tensioni **negative** come appare evidenziato nella **Tabella N.2**.

Gli integrati delle stesse dimensioni di un **piccolo** transistor (vedi figg.34-35) sono in grado di erogare un corrente massima di **0,1 amper**.

Tutti gli integrati che iniziano con la sigla **78L** stabilizzano le sole tensioni **positive** come appare evidenziato nella **Tabella N.3**.
Tutti gli integrati che iniziano con la sigla **79L** stabilizzano le sole tensioni **negative** come appare evidenziato nella **Tabella N.4**.

Anche se le dimensioni di entrambi questi stabilizzatori sono assai ridotte, al loro interno è presente un complesso circuito elettrico composto da **18 transistor**, **22 resistenze** e **3 diodi zener**.

Per capire a grandi linee come funzionano questi stabilizzatori abbiamo riprodotto in fig.37 uno schema notevolmente semplificato, composto da tre **transistor** ed un **diodo zener**.

Sul terminale indicato **E** (entrata) viene applicata la tensione da stabilizzare, dal terminale **U** (uscita) viene prelevata la tensione **stabilizzata**, mentre il terzo terminale indicato **M** va collegato a **massa**.

LA TENSIONE D'ENTRATA

Nella **Lezione N.18** abbiamo accennato al fatto che la tensione da applicare sull'ingresso di un circuito stabilizzatore deve risultare **maggiore** di **1,4 volte** rispetto alla tensione da stabilizzare e questo vale anche per gli integrati da **12-15-18-24 volt**, ma **non** per gli integrati da **5-8 volt**.

Nel caso degli integrati stabilizzatori da **5 volt**, la tensione da applicare sull'ingresso **non** deve risultare **minore** di **9 volt**.

Nel caso dei soli integrati stabilizzatori da **8 volt**, la tensione da applicare sull'ingresso **non** deve risultare **minore** di **12 volt**.

TOLLERANZE sulle TENSIONI D'USCITA

Facciamo presente che tutti gli integrati stabilizzatori, come ogni altro componente elettronico, hanno una loro **tolleranza**.
Per quanto riguarda l'integrato **7805** o **78L05**, che in **teoria** dovrebbe fornire in uscita una tensione stabilizzata di **5 volt**, non stupitevi se dal suo terminale d'uscita **U** fuoriesce una tensione di **4,9 volt** oppure di **5,1 volt**.

TABELLA N.1 integrati positivi - serie 78

sigla	volt e amper uscita
uA7805	5 volt 1 amper
uA7808	8 volt 1 amper
uA7812	12 volt 1 amper
uA7815	15 volt 1 amper
uA7818	18 volt 1 amper
uA7824	24 volt 1 amper

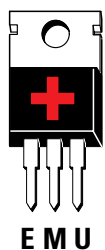



Fig.32 Gli integrati che iniziano con il numero 78 servono per stabilizzare tensioni Positive. Le lettere che precedono il numero 78, ad esempio uA-LM-MC, indicano la Casa Costruttrice e i due numeri che seguono il 78, ad esempio 05-12, indicano il valore di tensione che l'integrato stabilizza. La lettera E significa Entrata, la M significa Massa e la U significa Uscita.

TABELLA N.2 integrati negativi - serie 79

sigla	volt e amper uscita
uA7905	5 volt 1 amper
uA7908	8 volt 1 amper
uA7912	12 volt 1 amper
uA7915	15 volt 1 amper
uA7918	18 volt 1 amper
uA7924	24 volt 1 amper

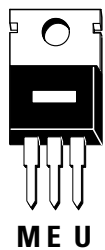



**Fig.33 Gli integrati che iniziano con il numero 79 servono per stabilizzare tensioni Negative. Anche in questi integrati possiamo trovare prima del numero 79 le lettere uA-LM-MC e, a destra, il valore di tensione che l'integrato stabilizza.
I piedini degli integrati 79 sono disposti nell'ordine M-E-U, cioè in modo completamente diverso dagli integrati 78 (fig.32).**

TABELLA N.3 integrati positivi - serie 78L

sigla	volt e amper uscita
uA78L05	5 volt 0,1 amper
uA78L08	8 volt 0,1 amper
uA78L12	12 volt 0,1 amper
uA78L15	15 volt 0,1 amper
uA78L18	18 volt 0,1 amper
uA78L24	24 volt 0,1 amper

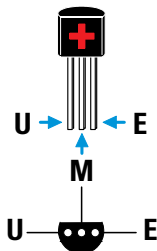



Fig.34 Gli integrati che iniziano con il numero 78L servono per stabilizzare tensioni Positive. A differenza degli integrati 78 che riescono ad erogare una corrente massima di 1 amper (vedi fig.32), i 78L riescono ad erogare una corrente massima di 0,1 amper. In basso, le connessioni U-M-E viste da sotto, cioè dal lato in cui i tre terminali fuoriescono dal corpo.

TABELLA N.4 integrati negativi - serie 79L

sigla	volt e amper uscita
uA79L05	5 volt 0,1 amper
uA79L08	8 volt 0,1 amper
uA79L12	12 volt 0,1 amper
uA79L15	15 volt 0,1 amper
uA79L18	18 volt 0,1 amper
uA79L24	24 volt 0,1 amper

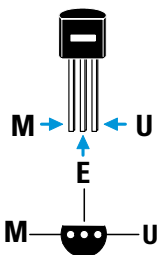
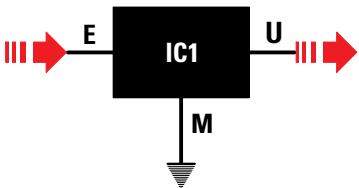



Fig.35 Gli integrati che iniziano con il numero 79L servono per stabilizzare tensioni Negative. A differenza degli integrati 79 che riescono ad erogare una corrente massima di 1 amper (vedi fig.33), i 79L riescono ad erogare una corrente massima di 0,1 amper. In basso, le connessioni M-E-U viste da sotto, cioè dal lato in cui i tre terminali fuoriescono dal corpo.

**Fig.36 Tutti gli integrati stabilizzatori, siano essi Positivi o Negativi vengono disegnati negli schemi elettrici con un rettangolo dal quale fuoriescono i tre terminali E-M-U.
Il terminale M degli integrati 78 risulta elettricamente collegato all'aletta metallica del corpo, mentre negli integrati 79 è il terminale E che risulta collegato all'aletta metallica.**

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

Per quanto riguarda l'integrato **7812** o **78L12**, che in **teoria** dovrebbe fornire in uscita una tensione stabilizzata di **12 volt**, è da ritenersi normale che dal suo terminale d'uscita **U** fuoriesca una tensione compresa tra **11,8 - 12,2 volt**.

IL CONDENSATORE D'INGRESSO e D'USCITA

Per calcolare la capacità del condensatore **elettrolitico** da applicare dopo il **ponte raddrizzatore** si possono utilizzare le stesse formule riportate nella **Lezione N.18**.
Quindi se abbiamo un integrato stabilizzatore in grado di erogare una **corrente** di **1 amper** e sul suo terminale **E** applichiamo una tensione continua di **10 volt**, dovremo utilizzare un condensatore elettrolitico che abbia una capacità **non** minore di:

microfarad = 20.000 : (volt : amper)

quindi useremo una capacità di:

20.000 : (10 : 1) = 2.000 microfarad

Se abbiamo un integrato stabilizzatore in grado di erogare una **corrente** di **1 amper** e sul suo terminale **E** applichiamo una tensione continua di **15 volt**, dovremo utilizzare un condensatore elettrolitico che abbia una capacità **non** minore di:

20.000 : (15 : 1) = 1.333 microfarad

Poichè questo valore, come il precedente, non è standard, in entrambi i casi potremo usare una capacità di **2.200 microfarad**.

In uscita dovremo sempre collegare un condensatore con una capacità minore di circa **10 volte** rispetto a quello d'ingresso, quindi potremo usare **220 microfarad** ma anche **100 microfarad**.

Sull'ingresso e sull'uscita è consigliabile applicare un condensatore poliestere da **100.000 picofarad**, collegando l'opposta estremità il più vicino possibile al terminale **M** (vedi fig.38).

PER AUMENTARE i VOLT D'USCITA

Gli integrati stabilizzatori sopracitati forniscono in uscita dei valori **standard** di **5-8-12-15-18-24 volt**, quindi se volessimo ottenere in uscita una tensione stabilizzata di **9 volt** oppure di **13 volt** non troveremo nessun integrato in grado di fornircela.

Ora vi spieghiamo come sia possibile prelevare da questi integrati una tensione **maggiore** rispetto a quella che teoricamente possono fornire.

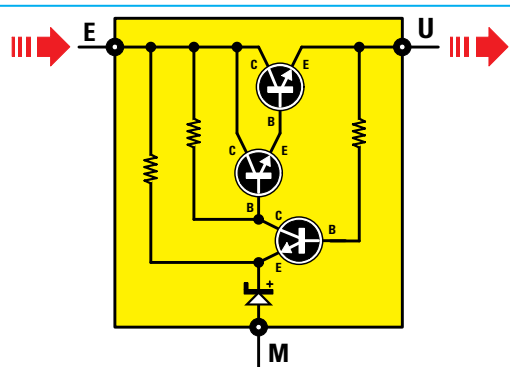



Fig.37 Questo schema molto semplificato, serve a farvi capire come funzionano questi integrati stabilizzatori a tensione fissa. Questo schema è analogo a quello riportato in fig.17 nella Lezione N.18.

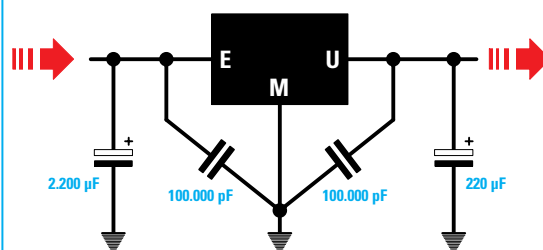



Fig.38 La capacità del condensatore elettrolitico da applicare sul terminale E si calcola con la formula riportata nel testo. Tra i due terminali E-U e la Massa sarebbe consigliabile collegare sempre due condensatori poliestere da 100.000 pF.

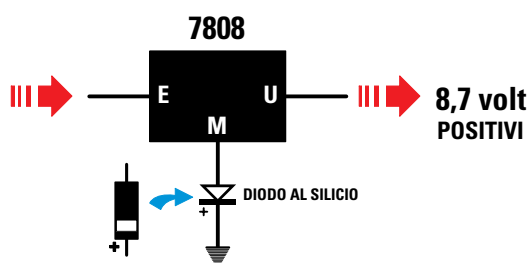



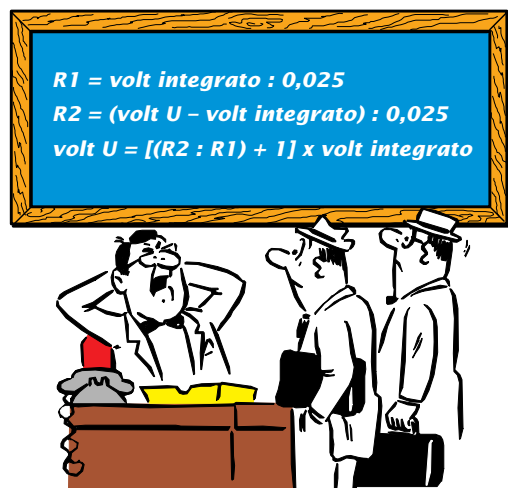
Fig.39 Se prendiamo un integrato uA.7808 che fornisce in uscita 8 volt Positivi e colleghiamo tra il terminale M e la massa un diodo al silicio, rivolgendo il suo terminale + verso massa, sull'uscita preleveremo una tensione stabilizzata di 8,7 volt.

Esci

Se abbiamo un integrato tipo **7808** che fornisce in uscita **8 volt** ed applichiamo tra il terminale **M** e la **massa** un diodo al silicio (vedi fig.39), in uscita otteniamo una tensione di **8 + 0,7 = 8,7 volt**.

Se tra il terminale **M** e la **massa** applichiamo in **serie** due diodi al silicio (vedi fig.40), in uscita otteniamo una tensione di **8 + 0,7 + 0,7 = 9,4 volt**.

Se volessimo ottenere in uscita una **esatta** tensione di **9 volt**, dovremmo applicare tra il terminale **U** e la **massa** un partitore resistivo, collegando il terminale **M** sulla giunzione delle due resistenze **R1-R2** come visibile in fig.42.

Per calcolare il valore delle due resistenze **R1-R2** possiamo servirci delle due semplici formule riprodotte sulla lavagna, dove:

- il numero **0,025** sono gli **amper** (corrispondenti a **25 milliamper**) che faremo scorrere nelle due resistenze e nel terminale **M** dell'integrato;
- volt integrato è la tensione dell'integrato;
- volt U è la tensione che vogliamo prelevare dal terminale d'**uscita** di questo integrato.

ESEMPIO

Disponendo di un integrato **7808** da **8 volt** vorremmo conoscere quali valori di resistenza usare per **R1-R2** per prelevare in uscita **9 volt**.

Soluzione = Conoscendo i **volt** dell'integrato, cioè **8 volt**, come prima operazione calcoleremo il valore che dovrà avere la resistenza **R1**:

8 : 0,025 = 320 ohm

Come seconda operazione calcoleremo il valore della resistenza **R2**, sottraendo ai **9 volt** che vogliamo ottenere in uscita gli **8 volt** dell'integrato e

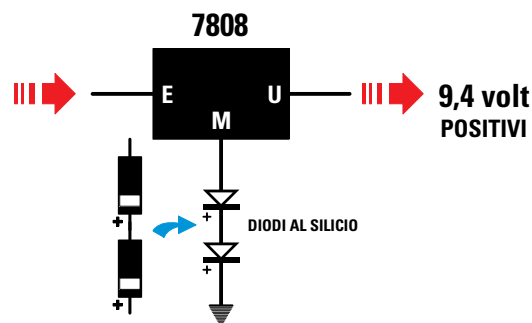



Fig.40 Se colleghiamo tra il terminale M e la massa dell'integrato uA.7808 due diodi al silicio, rivolgendo i loro terminali + verso massa, sull'uscita preleveremo una tensione di 9,4 volt.

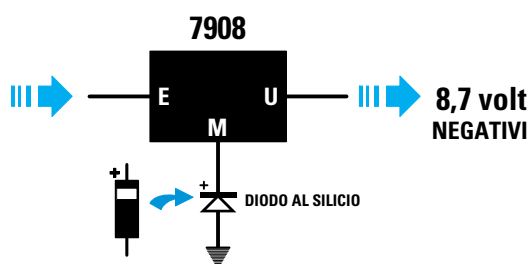



Fig.41 Se prendiamo un integrato uA.7908 che fornisce in uscita 8 volt Negativi e colleghiamo tra il terminale M e la massa un diodo al silicio, rivolgendo il terminale + verso il terminale M, sull'uscita preleveremo una tensione stabilizzata di 8,7 volt.

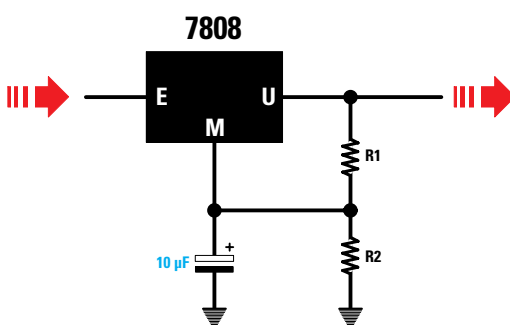



Fig.42 Anzichè utilizzare uno o due diodi al silicio per aumentare il valore della tensione d'uscita, potremo utilizzare due resistenze R1-R2. Per calcolare il valore di R1-R2 useremo le formule riportate sulla lavagna riprodotta qui sopra a sinistra.

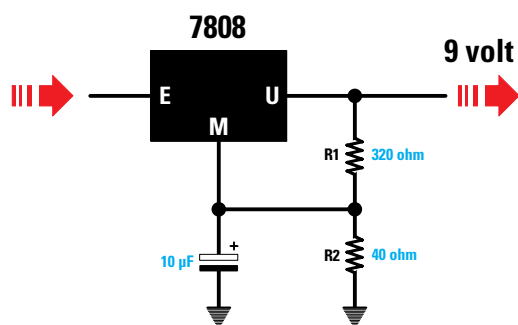



Fig.43 Se sull'uscita di un uA.7808 applichiamo una resistenza da 320 ohm ed una da 40 ohm e sulla giunzione colleghiamo il terminale M, in uscita otterremo una tensione di 9 volt anzichè di 8 volt.

Fig.44 Se sostituiamo la resistenza R2 da 40 ohm con un trimmer da 100 ohm, ruotando il suo cursore potremo regolare la tensione d'uscita da un minimo di 8 volt fino ad un massimo di 10,4 volt.

dividendo il risultato per **0,025**:

(9 – 8) : 0,025 = 40 ohm

Per conoscere quale tensione preleveremo dal terminale d'**uscita** (vedi fig.43) con questi due valori di resistenza dovremo usare la formula:

volt uscita = [(R2 : R1) +1] x volt integrato

Inserendo i nostri dati otterremo:

[(40 : 320) + 1] x 8 = 9 volt

Chi ha un pò di dimestichezza con la matematica sa di dover procedere nel modo seguente:

40 : 320 = 0,125
0,125 + 1 = 1,125
1,125 x 8 = 9 volt

Poichè i valori richiesti per **R1** e **R2** non sono reperibili, potremo scegliere per **R1** una resistenza da **330 ohm** ed utilizzare per **R2** un piccolo **trimmer** da **100 ohm** (vedi fig.44).
Ruotando il cursore del **trimmer** verso **massa**, la resistenza **R1** assumerà un valore di:

330 + 100 = 430 ohm

mentre la resistenza **R2** assumerà un valore di **0 ohm**, quindi in uscita preleveremo una tensione di:

[(0 : 430) + 1] x 8 = 8 volt

Ruotando il cursore del **trimmer** verso la resistenza **R1** da **330 ohm**, in uscita preleveremo una tensione di:

[(100 : 330) + 1] x 8 = 10,4 volt

Ruotando a circa **metà** corsa il cursore del trimmer **R2** otterremo i **9 volt** richiesti.

ESEMPIO

Disponendo di un integrato **7805** da **5 volt** vorremmo conoscere quali valori di resistenza usare per **R1-R2** per ottenere in uscita **9 volt**.

Soluzione = Come prima operazione calcoleremo il valore della resistenza **R1**:

5 : 0,025 = 200 ohm

poi calcoleremo il valore della resistenza **R2**:

(9 – 5) : 0,025 = 160 ohm

Per sapere quale tensione preleveremo dall'**uscita** dell'integrato con questi due valori di resistenza (vedi fig.45), dovremo usare la formula:

volt uscita = [(R2 : R1) +1] x volt integrato

Inserendo nella formula i nostri dati otterremo:

[(160 : 200) + 1] x 5 = 9 volt

Prima eseguiremo la divisione, poi la somma ed infine la moltiplicazione:

160 : 200 = 0,8
0,8 + 1 = 1,8
1,8 x 5 = 9 volt

Poichè i valori richiesti per **R1** e **R2** non sono reperibili, potremo scegliere per **R1** una resistenza da **180 ohm** ed utilizzare per **R2** un piccolo **trimmer** da **220 ohm** (vedi fig.46).

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

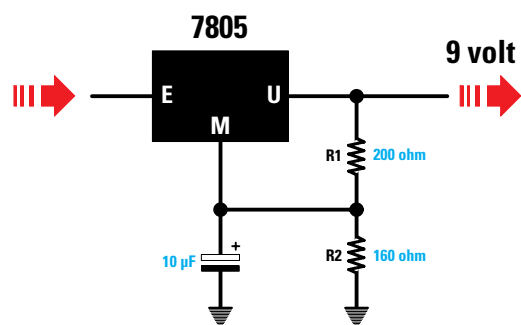



Fig.45 Se sull'uscita di un uA.7805 applichiamo una resistenza da 200 ohm ed una da 160 ohm e sulla giunzione colleghiamo il terminale M, in uscita otterremo una tensione di 9 volt anzichè di 5 volt.

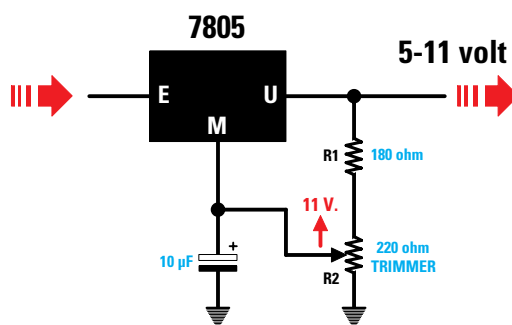



Fig.46 Se nello schema di fig.45 utilizziamo per R1 un valore di 180 ohm e per R2 un trimmer da 220 ohm, ruotando il cursore del trimmer potremo variare la tensione d'uscita da 5 volt fino a 11 volt.

Ruotando il cursore del **trimmer** verso **massa** la resistenza **R1** assumerà un valore di:

180 + 220 = 400 ohm

e la **R2** assumerà un valore di **0 ohm**, quindi in uscita preleveremo una tensione di:

[(0 : 400) + 1] x 5 = 5 volt

Ruotando il cursore del **trimmer** verso la resistenza **R1** da **180 ohm**, in uscita preleveremo una tensione di circa:

[(220 : 180) + 1] x 5 = 11,11 volt

Il cursore del trimmer da **220 ohm** andrà ruotato fino ad ottenere i **9 volt** richiesti.

PER AUMENTARE gli AMPER in USCITA

Come è possibile vedere nelle **Tabelle N.1-2**, tutti gli integrati stabilizzatori della serie **78** e **79** riescono ad erogare una **corrente** massima di **1 amper**.
Volendo ottenere in uscita una **corrente maggiore**, ad esempio **1,5-2-2,5 amper**, è necessario collegare a questi integrati un **transistor** di **potenza** in grado di erogare la corrente richiesta.

Nel caso di un integrato che stabilizza le sole tensione **positive**, cioè della serie **78**, dovremo utilizzare un transistor di potenza **PNP** e modificare lo schema come visibile in fig.47.

Nel caso di un integrato che stabilizza le sole tensione **negative**, cioè della serie **79**, dovremo utilizzare un transistor di potenza **NPN** e modificare la schema come visibile in fig.48.

Dobbiamo far presente che l'**integrato** stabilizzatore eroga sempre la sua **regolare corrente** e che la differenza per arrivare al **massimo** richiesto viene erogata dal transistor di **potenza**.
All'atto pratico conviene sempre **limitare** la corrente dell'integrato **78** o **79** su un valore medio di **0,2 amper** e poi far erogare la differenza richiesta

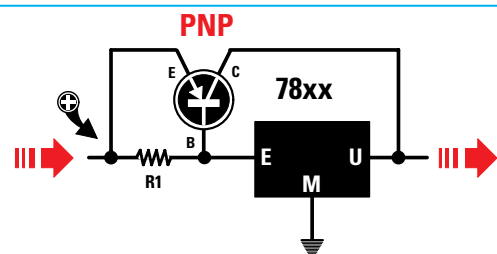



Fig.47 Per aumentare gli amper in uscita da un integrato Positivo della serie 78 dovremo aggiungere un transistor di potenza tipo PNP. Per calcolare il valore della resistenza R1 leggere l'articolo.

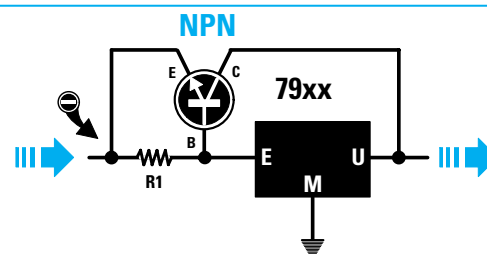



Fig.48 Per aumentare gli amper in uscita da un integrato Negativo della serie 79 dovremo aggiungere un transistor di potenza tipo NPN. Per calcolare il valore della resistenza R1 leggere l'articolo.

dal transistor di potenza.
Per portare in conduzione il **transistor** di **potenza** quando la corrente supera **0,2 amper**, è necessario polarizzare la sua **B**ase con una resistenza (vedi **R1** nelle figg.47-48), il cui valore va calcolato in funzione della **Hfe** del transistor.

Nota = Nella **Lezione N.13** vi abbiamo spiegato come costruire il kit **LX.5014** non solo per verificare se un transistor risulta efficiente o difettoso, ma anche per ricavare il valore **Hfe** che, come in questi casi, risulta necessario conoscere.

CALCOLARE il valore della R1

Per calcolare il valore di **R1** la soluzione più semplice è eseguire queste tre operazioni:

1° Calcolare la **corrente** che deve scorrere nella **B**ase del transistor **TR1** indicata con la sigla **Ib**;

Ib = amper massimi : Hfe

2° Calcolare la **corrente** che deve scorrere nella resistenza **R1** indicata con la sigla **IR1**:

IR1 = 0,2 – Ib

Nota = il numero **0,2** è la **massima** corrente che vogliamo prelevare dall'integrato stabilizzatore.

3° Calcolare il valore ohmico della **R1** con questa semplice formula:

R1 in ohm = 0,7 : IR1

Nota = il numero **0,7** è il valore della **tensione** minima che occorre applicare sulla **B**ase del transistor per portarlo in **conduzione**.
Anche se queste formule sono estremamente semplici, vi proponiamo due esempi che serviranno a dissipare ogni eventuale dubbio.

ESEMPIO

Ci serve una tensione stabilizzata di **12 volt 2 amper**, quindi scegliendo un integrato **7812** sappiamo di dover utilizzare anche un **transistor** di potenza tipo **PNP**.
Volendo far erogare all'integrato **7812** una corrente non superiore a **0,2 amper** e ammesso di avere un transistor con una **Hfe** di **30**, vorremmo conoscere il valore della **R1**.

Soluzione = Come prima operazione calcoleremo la corrente di **B**ase del transistor di potenza:

2 amper Max : Hfe 30 = 0,0666 corrente Ib

Conoscendo la **Ib** di **0,0666** e volendo far erogare all'integrato **7812** solo **0,2 amper**, calcoleremo la **corrente** che deve scorrere nella **R1**:

0,2 – 0,0666 = 0,1334 amper (valore **IR1**)

Conoscendo il valore che deve scorrere nella resistenza **R1** potremo calcolare il suo valore ohmico:

0,7 : 0,1334 = 5,247 ohm

valore che potremo arrotondare a **5 ohm**.
Non essendo questo un valore standard, per ottenerlo potremo collegare in **parallelo** due resistenze da **10 ohm** oppure tre resistenze da **15 ohm**.
Per conoscere di quanti **watt** deve essere questa resistenza useremo la seguente formula:

watt = (amper x amper) x ohm

Gli **amper** sono quelli che scorrono nella resistenza **R1** e non quelli prelevati dall'uscita del transistor **TR1**, quindi ci serve una resistenza da:

(0,1334 x 0,1334) x 5 = 0,088 watt

Pertanto potremo usare resistenze da **1/4** di **watt**.

Importante = Il corpo dell'integrato stabilizzatore e quello del transistor di potenza vanno sempre fissati sopra ad un'**aletta** di **raffreddamento** per poter dissipare velocemente il **calore** generato.

ESEMPIO

Ci serve una tensione stabilizzata di **18 volt 1,5 amper**, quindi sceglieremo un integrato **7818** e a questo collegheremo un transistor di potenza **PNP**.
Disponendo di un transistor che ha una **Hfe** di **45**, e volendo far erogare all'integrato **7818** una corrente di soli **0,1 amper**, anzichè di **0,2 amper**, vorremmo conoscere il valore della **R1**.

Soluzione = Come prima operazione calcoleremo la corrente di **B**ase del transistor di potenza:

1,5 amper Max : Hfe 45 = 0,0333 corrente Ib

Conoscendo la **Ib** di **0,0333** e volendo far erogare all'integrato **7818** solo **0,1 amper**, calcoleremo la **corrente** che deve scorrere nella **R1**:

0,1 – 0,0333 = 0,0667 amper (valore **IR1**)

Conoscendo il valore che deve scorrere nella resistenza **R1** potremo calcolare il suo valore ohmico:

0,7 : 0,0667 = 10,49 ohm

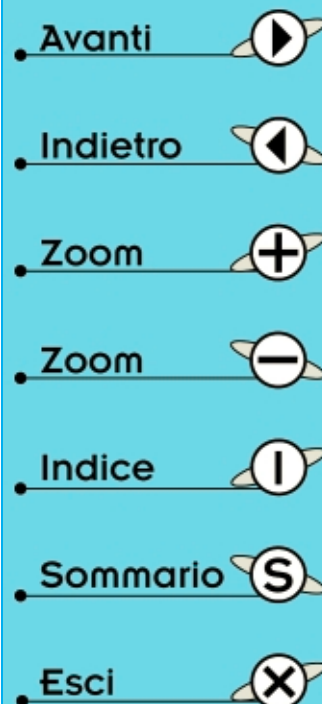
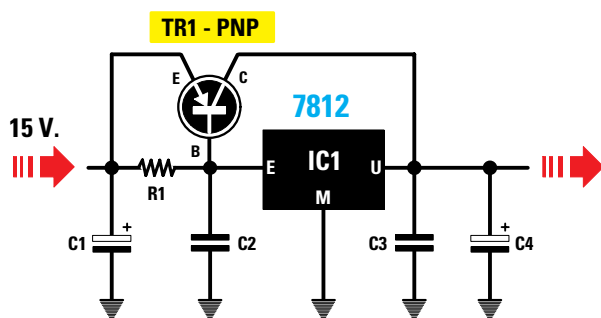



Fig.49 Schema di un alimentatore in grado di erogare 12 volt 2 amper.

R1 = 1,61 ohm (due 3,3 ohm in parallelo)
C1 = 4.700 microfarad elettrolitico
C2 = 100.000 pF poliestere
C3 = 100.000 pF poliestere
C4 = 470 microfarad elettrolitico
IC1 = integrato uA.7812
TR1 = transistor PNP tipo TIP.34

Per ottenere questo valore potremo collegare in **parallelo** due resistenze da **22 ohm**.

DALLA TEORIA alla PRATICA

Facciamo presente che pochi progettisti eseguono tutte queste operazioni matematiche per ricavare il valore della **R1**, perchè sanno bene che se in futuro si trovassero nella condizione di dover sostituire il transistor ora utilizzato con uno **identico** della stessa Casa Costruttrice, il valore della **Hfe** sarebbe sempre diverso, cioè **25-30-40-45**, ecc.

Per non dover sostituire ogni volta la resistenza **R1** si sceglie un valore ohmico compreso tra **9** e **12 ohm** e, in tal modo, anche se si dovesse utilizzare un transistor con una diversa **Hfe**, dall'integrato stabilizzatore preleveremo sempre una corrente compresa tra **0,1-0,3 amper** e dal transistor di **potenza** la **differenza**.

PROTEZIONE contro i CORTOCIRCUITI

Un alimentatore composto dall'integrato **78** e da un transistor di **potenza** (vedi fig.49) non risulta protetto contro i **cortocircuiti**, quindi se inavvertitamente metteremo in **corto** i due fili d'uscita, correremo il rischio di far "saltare" il transistor **TR1**.

Per proteggere l'alimentatore da eventuali cortocircuiti, è necessario aggiungere un **secondo** transistor (vedi **TR2** in fig. 50) identico a **TR1**.
Poichè i due transistor **TR1-TR2** vanno fissati su un'unica aletta di raffreddamento, dovremo **isolare** il loro **corpo** dal **metallo** tramite una **mica isolante**, non dimenticando di isolare anche le viti di fissaggio con delle **rondelle**.
Per calcolare il valore della resistenza **R2** da applicare tra l'**E**mettitore e la **B**ase del transistor **TR2** (vedi fig.50) potremo usare questa formula:

R2 in ohm = 0,7 : amper massimi

Quindi per far entrare in azione la protezione quando la **corrente** supera **1,5 amper**, per la **R2** sceglieremo un valore di:

0,7 : 1,5 = 0,466 ohm

che potremo arrotondare a **0,47 ohm**.
Per far entrare in azione la protezione quando la **corrente** supera **2 amper**, sceglieremo per la resistenza **R2** un valore di:

0,7 : 2 = 0,35 ohm

La resistenza **R2** deve essere a **filo** e conviene sempre sceglierla da **3 watt** circa.

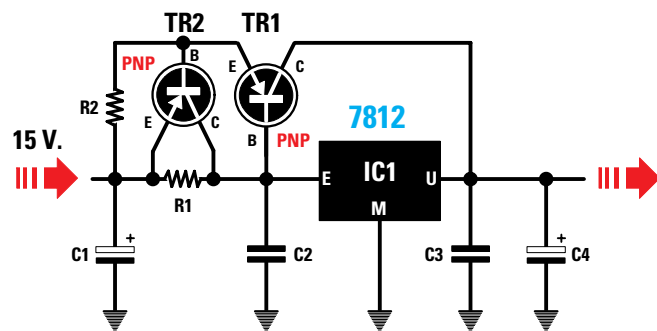



Fig.50 Per proteggere l'uscita dello schema di fig.49 dai cortocircuiti bisogna utilizzare due identici transistor di potenza PNP (vedi TR1-TR2).
Per calcolare i valori delle resistenze R1-R2 leggere l'articolo.

Fig.51 L'integrato LM.317 serve per realizzare degli alimentatori variabili per sole tensioni Positive. Per variare la tensione in uscita si utilizza il terminale indicato R.

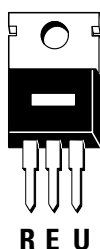



Fig.52 L'integrato LM.337 serve per realizzare degli alimentatori variabili per sole tensioni Negative. Per variare la tensione in uscita si utilizza sempre il terminale indicato R.

Oltre ai due integrati della serie **78-79** ne esistono altri siglati **LM.317 - LM.337**, sempre provvisti di **3 terminali**, che consentono di variare i **volt** d'uscita da un minimo ad un massimo.

L'integrato siglato **LM.317** serve per stabilizzare le sole tensioni **positive** (vedi fig.51).

L'integrato siglato **LM.337** serve per stabilizzare le sole tensioni **negative** (vedi fig.52).

Anche in questi integrati la tensione da stabilizzare viene applicata sul terminale **E** e la tensione stabilizzata viene prelevata dal terminale **U**.
Il **terzo** terminale, anziché essere indicato con la lettera **M**, viene contrassegnato con la lettera **R** che significa **regolazione**. In qualche schema la lettera **R** è sostituita da **ADJ** che significa **adjust**.

Le caratteristiche di questi due tipi di integrati riportate nei manuali sono le seguenti:

Max tensione Entrata/Uscita	40 volt
Minima tensione Uscita	1,25 volt
Massima corrente Uscita	1,5 amper
Massima potenza	15 watt

Max tensione Entrata/Uscita = Molti ritengono che i **40 volt** indicati rappresentino la **massima** tensione applicabile sull'ingresso **E**.
Invece su questo ingresso è possibile applicare anche tensioni di **50 - 60 - 80 - 90 -100 volt**.
Importante è non superare mai **40 volt** tra il valore di tensione applicato sull'**Entrata** rispetto a quello prelevato dall'**Uscita**.

Quindi se sull'**Entrata** applichiamo **50 volt** (vedi fig.53) non potremo stabilizzare tensioni **minori** di:

50 – 40 = 10 volt

Se sull'**Entrata** applichiamo **100 volt** (vedi fig.54) non potremo stabilizzare tensioni **minori** di:

100 – 40 = 60 volt

Se sull'**Entrata** applichiamo una tensione di **35 volt**, potremo stabilizzare tensioni fino ad un valore **minimo** di **1,25 volt**, perchè la **differenza** tra la tensione applicata in **Entrata** e quella prelevata in **Uscita** rimane entro i **40 volt** massimi.

Minima tensione Uscita = **1,25 volt** è la **minima** tensione che l'integrato riesce a stabilizzare.

Fig.53 In un integrato LM.317 o LM.337, la minima tensione che possiamo prelevare dall'uscita si ricava eseguendo questa operazione "Vin – 40". Con una Vin di 50 volt possiamo stabilizzare fino a 10 volt.

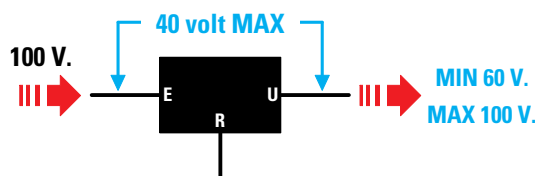



Fig.54 Se sul terminale E applichiamo una tensione di 100 volt, dal terminale d'uscita possiamo prelevare una tensione minima di 100 – 40 = 60 volt. Se preleveremo 50 volt l'integrato si danneggerà.

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

Massima corrente Uscita = Questa massima corrente di **1,5 amper** si riesce a prelevare soltanto se il corpo dell'integrato viene fissato su una adeguata **aletta** di **raffreddamento**, diversamente ci dovremo limitare a **0,5-0,6 amper**; infatti, quando il suo corpo si **surriscalda** la protezione **termica** presente all'interno dell'integrato **abbassa** la tensione sui terminali d'uscita.

Massima potenza = I **15 watt** riportati rappresentano la massima potenza che l'integrato riesce a dissipare.
Per conoscere i **watt** di dissipazione potremo usare questa formula:

watt = (Vin – Vu) x amper max

Vin = tensione applicata sul terminale **E**
Vu = tensione prelevata dal terminale **U**
amper max = corrente prelevata in uscita

Applicando sul terminale **E** una tensione di **30 volt** e prelevando dal terminale **U** una tensione stabilizzata di **18 volt 1,5 amper**, supereremo i **watt** massimi consentiti:

(30 – 18) x 1,5 = 18 watt

Per limitare la dissipazione ad un valore inferiore a **15 watt** è possibile adottare due soluzioni:

- **ridurre** l'assorbimento massimo a **1,1 amper**:

(30 – 18) x 1,1 = 13,2 watt

- **ridurre** la tensione sull'ingresso, portandola da **30 volt** a soli **25 volt**:

(25 – 18) x 1,5 = 10,5 watt

Se sull'ingresso applichiamo **25 volt** e preleviamo in uscita una tensione di **9 volt**, per sapere quale **corrente massima** possiamo prelevare dovremo usare la seguente formula:

amper = 15 : (volt ingresso – volt uscita)

quindi con **9 volt** dovremo limitarci a soli:

15 : (25 – 9) = 0,93 amper

STABILIZZATORE per tensioni FISSE

Lo schema per realizzare un alimentatore in grado di fornire un valore di tensione **fisso,** usando un integrato **LM.317**, è riportato in fig.55.
Si consiglia sempre di applicare sull'ingresso una tensione non **minore** di **1,2 volte** e possibilmente non **maggiore** di **1,4 volte** rispetto al valore della tensione che si desidera **stabilizzare**.

Quindi per ottenere in uscita una tensione stabilizzata di **12 volt**, è consigliabile applicare sul suo ingresso una tensione:

non minore di 12 x 1,2 = 14,4 volt
non maggiore di 12 x 1,4 = 16,8 volt

Per ottenere in uscita una tensione stabilizzata di **30 volt**, è consigliabile applicare sul suo ingresso una tensione:

non minore di 30 x 1,2 = 36 volt
non maggiore di 30 x 1,4 = 42 volt

VALORE della RESISTENZA R1

Qualsiasi tensione desideriamo ottenere in uscita, conviene sempre scegliere per la resistenza **R1** un valore fisso di **220 ohm**.
Nota = Il valore della resistenza **R1** può essere ridotto fino ad un minimo di **180-150 ohm** o aumentato fino ad un massimo di **330-390 ohm**.

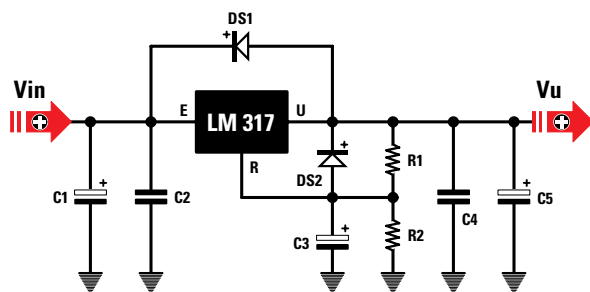



Fig.55 Schema elettrico di un alimentatore stabilizzato per tensioni Positive che utilizza l'integrato LM.317. Lo stesso schema può essere utilizzato anche per l'LM.337 Negativo solo invertendo la polarità dei diodi al silicio DS1-DS2 e quella dei condensatori elettrolitici C1-C5.
Nel testo abbiamo spiegato come calcolare i valori delle resistenze R1-R2 per ottenere in uscita il valore di tensione richiesto.

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

CALCOLO della RESISTENZA R2

Per calcolare il valore di **R2** dovremo utilizzare questa formula:

R2 = [(volt uscita : 1,25) – 1] x R1

Il numero **1,25** sono i **volt minimi** che l'integrato è in grado di stabilizzare.

LE FUNZIONI dei DIODI DS1-DS2

Il diodo **DS1** collegato tra i piedini **E-U** con il terminale **positivo** rivolto verso il terminale d'ingresso **E**, serve per proteggere l'integrato ogni volta che viene spento l'alimentatore.
Senza questo diodo, la tensione positiva immagazzinata dall'elettrolitico **C5** si scaricherebbe sul terminale **U** danneggiando l'integrato.
Con questo diodo, la tensione positiva raggiungerà il terminale **E** scaricando l'elettrolitico **C5**.

Il diodo **DS2** posto tra i piedini **R-U** con il terminale **positivo** rivolto verso il terminale **U**, serve per scaricare istantaneamente il condensatore elettrolitico **C3** nel caso in cui venisse accidentalmente messa in **cortocircuito** la tensione d'uscita.

IL VALORE dei condensatori ELETTROLITICI

Come già vi abbiamo spiegato nella **Lezione N.18**, la capacità del condensatore elettrolitico **C1** si calcola con la formula:

microfarad = 20.000 : (volt : amper)

La capacità dei condensatori elettrolitici **C3-C5** (vedi fig.55) è sufficiente che sia **10 volte inferiore** alla capacità del condensatore d'ingresso **C1**.

ESEMPIO

Vogliamo realizzare un alimentatore con l'integrato **LM.317** (vedi fig.56), in grado di fornire in uscita una tensione stabilizzata **fissa** di **15 volt**.

Soluzione = Volendo prelevare in uscita una tensione di **15 volt**, come prima operazione dovremo calcolare quale tensione **minima** e **massima** occorre applicare sul terminale d'ingresso **E**:

valore minimo 15 x 1,2 = 18 volt
valore massimo 15 x 1,4 = 21 volt

Quindi potremo utilizzare una tensione di **19-20-21 volt** ma anche di **25 volt**, tenendo presente che più

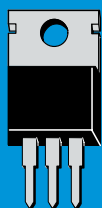
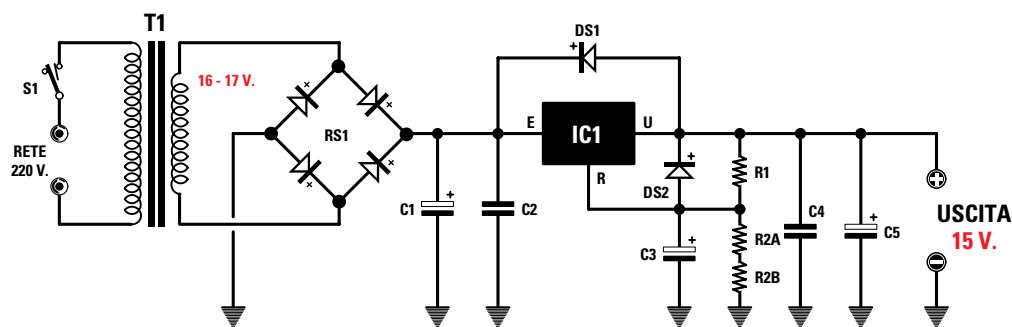



Fig.56 Schema elettrico di un alimentatore stabilizzato per tensioni Positive in grado di fornire in uscita una tensione fissa di 15 volt e una corrente massima di 1,5 amper.

ELENCO COMPONENTI

R1 = 220 ohm
R2/A = 2.200 ohm
R2/B = 220 ohm
C1 = 2.200 microF elettrolitico
C2 = 100.000 pF poliestere
C3 = 220 microF elettrolitico
C4 = 100.000 pF poliestere
C5 = 220 microF elettrolitico
RS1 = ponte raddrizzatore
DS1-DS2 = diodi al silicio
IC1 = integrato LM.317
T1 = trasformatore da 25 watt
secondario 16 volt 1,5 amper

aumentiamo la tensione d'ingresso, più il corpo dell'integrato si **scalderà** durante il funzionamento.

Ammesso di applicare sull'ingresso **E** una tensione di **22 volt** e di scegliere per la resistenza **R1** un valore di **220 ohm**, potremo calcolare il valore della resistenza **R2** utilizzando la formula:

R2 = [(volt uscita : 1,25) – 1] x R1

[(15 : 1,25) – 1] x 220 = 2.420 ohm

valore che otterremo collegando in **serie** una resistenza da **2.200 ohm** ad una da **220 ohm**.

Conoscendo il valore delle resistenze **R1-R2**, potremo conoscere quale tensione preleveremo dal terminale d'uscita **U** utilizzando la formula:

volt uscita = [(R2 : R1) + 1] x 1,25

Quindi con una **R2** da **2.420 ohm** e una **R1** da **220 volt** otterremo in uscita una tensione di:

[(2.420 : 220) + 1] x 1,25 = 15 volt

Per calcolare la **capacità** del condensatore elettrolitico **C1** con una tensione d'ingresso di **22 volt** e prevedendo di prelevare una corrente massima di **1,5 amper**, useremo la formula:

microfarad = 20.000 : (volt : amper)

quindi ci serve una **capacità** non minore di:

20.000 : (22 : 1,5) = 1.363 microfarad

Poichè questo valore non è standard useremo una capacità di **2.200 microfarad**.

Per gli elettrolitici **C3-C5** sceglieremo una capacità **10 volte** minore di **C1**, quindi potremmo usare **100 microfarad** oppure **220 microfarad**.

PER AUMENTARE gli AMPER in USCITA

Volendo ottenere in uscita una **corrente maggiore** rispetto agli **1,5 amper** forniti dall'integrato, dovremo aggiungere un **transistor** di **potenza**.

Se abbiamo un integrato che stabilizza le sole tensioni **positive**, cioè della serie **LM.317**, dovremo utilizzare un transistor di potenza **PNP** e modificare lo schema come visibile in fig.57.

Se abbiamo un integrato che stabilizza le sole tensioni **negative**, cioè della serie **LM.337**, dovremo utilizzare un transistor di potenza **NPN** e modificare la schema come visibile in fig.58.

Dobbiamo farvi presente che il transistor di **potenza** inserito eroga la corrente **supplementare** che l'**integrato** non è in grado di fornire.

Sapendo che questi integrati erogano una corren-

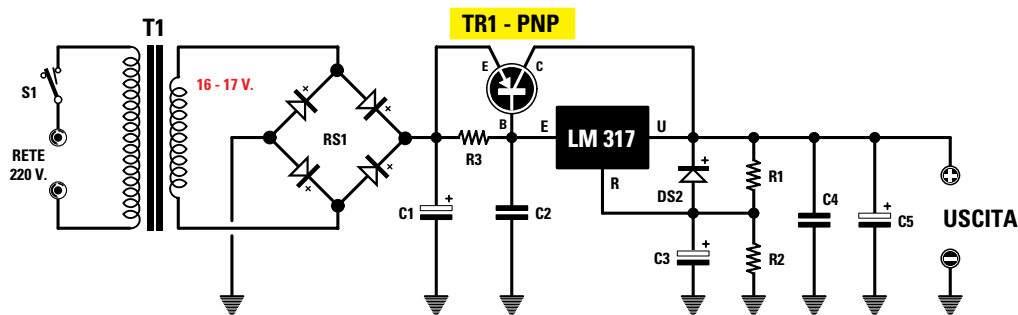



Fig.57 Volendo prelevare da un integrato Positivo LM.317 una corrente maggiore di 1,5 amper, dovremo aggiungere un transistor di potenza PNP e collegarlo come visibile nello schema. Per calcolare il valore della resistenza R3 collegata tra la Base e l'Emettitore del transistor di potenza TR1, leggere l'articolo.

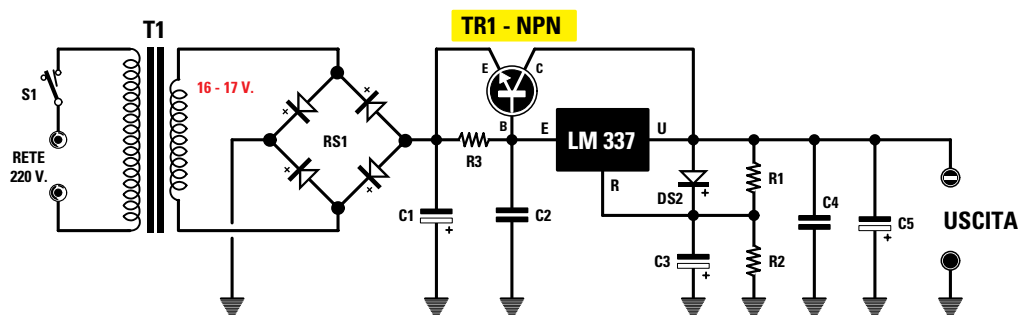



Fig.58 Volendo prelevare da un integrato Negativo LM.337 una corrente maggiore di 1,5 amper, dovremo aggiungere un transistor di potenza NPN e collegarlo come visibile nello schema. Usando l'integrato LM.337 dovremo invertire la polarità del diodo DS2 e quella dei condensatori elettrolitici C1-C3-C5 (vedi fig.57).

te massima di **1,5 amper**, nel caso si volesse prelevare una corrente di **2 amper** è consigliabile far assorbire all'integrato stabilizzatore solo **0,2 amper** per non sovraccaricarlo e poi far erogare la differenza al **transistor** di **potenza**.

Per portare in conduzione il **transistor** di **potenza** quando la corrente supera **0,2 amper**, dovremo polarizzare la sua **B**ase con una resistenza (vedi **R3**), il cui valore dipende dalla **Hfe** del transistor.

CALCOLARE il valore della R3

Per calcolare il valore di **R3** la soluzione più semplice è eseguire queste tre operazioni:

1° Calcolare la **corrente** che deve scorrere nella **B**ase del transistor **TR1** che indichiamo **Ib**:

Ib = amper massimi : Hfe

2° Calcolare la **corrente** che deve scorrere nella resistenza **R3** che indichiamo **IR3**:

IR3 = 0,2 – Ib

Nota = il numero **0,2** è la **massima** corrente che vogliamo prelevare dall'integrato stabilizzatore.

3° Calcolare il valore ohmico della **R3** con questa semplice formula:

R3 in ohm = 0,7 : IR3

Nota = il numero **0,7** è il valore della **tensione** minima da applicare sulla **B**ase del transistor per poterlo portare in **conduzione**.

ESEMPIO

Vogliamo realizzare un alimentatore che fornisca in uscita una tensione di **12 volt 2 amper** utilizzando un transistor **PNP** con una **Hfe = 30**.

Soluzione = All'integrato **LM.317** faremo erogare una corrente massima di soli **0,2 amper** e la differenza di **1,9 amper** verrà erogata dal transistor di **potenza**.
Come prima operazione calcoleremo la corrente di **B**ase del transistor **TR1**:

2 amper Max : Hfe 30 = 0,0666 corrente Ib

Conoscendo la **Ib** di **0,0666** e volendo far erogare all'integrato solo **0,2 amper**, potremo calcolare la **corrente** che deve scorrere nella **R3**:

0,2 – 0,0666 = 0,1334 valore corrente su IR3

Conoscendo il valore che scorre nella **R3** potremo calcolare il suo valore ohmico:

0,7 : 0,1334 = 5,24 ohm

valore che potremo arrotondare a **5 ohm**.

Importante = Il corpo dell'**integrato** stabilizzatore e quello del transistor di **potenza** vanno sempre fissati sopra ad un'**aletta** di **raffreddamento** per poter dissipare velocemente il **calore** generato.

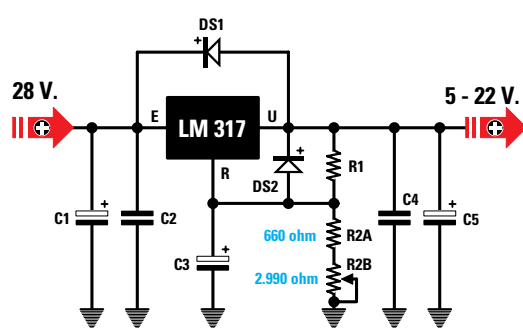



**Fig.59 Per realizzare un alimentatore in grado di fornire in uscita una tensione variabile da 5 a 22 volt dovremo utilizzare per R2/A una resistenza da 660 ohm e per R2/B un potenziometro da 2.990 ohm.
Per ottenere 660 ohm collegheremo in serie due resistenze da 330 ohm.**

ALIMENTATORE stabilizzato VARIABILE

Per ottenere in uscita una tensione variabile da un minimo di **5 volt** ad un massimo di **22 volt** bisogna utilizzare, in sostituzione della resistenza **R2**, un **potenziometro lineare** (vedi fig.59).

Per ottenere la tensione massima di **22 volt** dovremo applicare sul terminale **E** una tensione che **non** risulti **minore** di:

22 x 1,2 = 26,4 volt

quindi potremo applicare sul suo ingresso una tensione **continua** di **27-28-29-30 volt**.

A questo punto, assumendo come valore di **R1 220 ohm**, calcoleremo il valore della **R2** per ottenere in uscita **22 volt**:

R2 = [(volt uscita : 1,25) – 1] x R1

[(22 : 1,25) – 1] x 220 = 3.652 ohm valore di **R2**

Dopodichè calcoleremo quale valore dovrebbe avere la resistenza **R2** per ottenere **5 volt**:

[(5 : 1,25) – 1] x 220 = 660 ohm

valore che otterremo collegando in **serie** due resistenze da **330 ohm**.

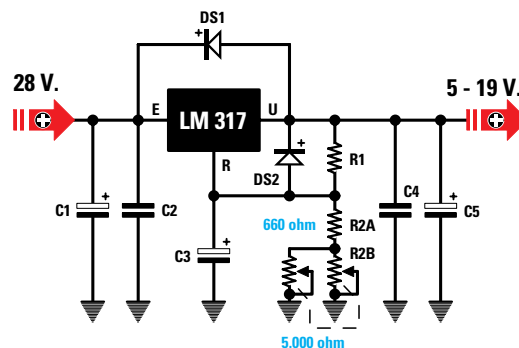



Fig.60 Poichè non riusciremo mai a trovare un potenziometro da 2.990 ohm, per risolvere il problema potremo utilizzare un doppio potenziometro da 5.000 ohm collegandolo in parallelo. Poichè da questo parallelo otteniamo solo 2.500 ohm, la massima tensione non supererà i 19 volt.

In serie a queste due resistenze dovremo poi collegare un **potenziometro** che chiameremo **R2/B**, il cui valore dovrebbe risultare pari a:

3.652 – 660 = 2.992 ohm

valore che può essere arrotondato a **2.990 ohm**.
Non essendo reperibile un potenziometro di tale valore, potremo utilizzare un **doppio** potenziometro **lineare** da **5.000 ohm** collegandone i terminali in **parallelo** e in questo modo otterremo il valore di **2.500 ohm**.

Poichè il valore di **R2/B** è di **2.500 ohm** e non di **2.992 ohm** come richiesto, vorremmo conoscere quale tensione **massima** preleveremo sull'uscita dell'integrato ruotando il potenziometro, in modo da inserire in **serie** alle due resistenze da **330 ohm** la sua massima resistenza da **2.500 ohm**.

Ruotando il potenziometro per la sua **massima** resistenza, il valore **totale** di **R2** risulterà di:

2.500 + 330 + 330 = 3.160 ohm

quindi la **massima** tensione che potremo prelevare non sarà più di **22 volt** bensì di:

[(3.160 : 220) + 1] x 1,25 = 19,2 volt

Ruotando il potenziometro in modo da **cortocircuitare** tutta la sua resistenza, rimarremo con il solo valore di **330 + 330 = 660 ohm**, quindi la **minima** tensione rimarrà sempre di **5 volt**:

[(660 : 220) +1] x 1,25 = 5 volt

Per ottenere in uscita una tensione di **22 volt** dovremmo sacrificare la **minima** tensione sostituendo le due resistenze da **330 ohm** con una sola resistenza da **1.200 ohm**.

Ruotando il potenziometro per la sua **massima** resistenza di **2.500 ohm**, sommeremo a questa il valore di **1.200 ohm** e, in tal modo, otterremo un valore **totale** di **3.700 ohm**.

Con questo valore in uscita preleveremo:

[(3.700 : 220) + 1] x 1,25 = 22,27 volt

Ruotando il potenziometro in modo da **cortocircuitare** tutta la sua resistenza rimarremo con il solo valore di **1.200 ohm**, quindi la **minima** tensione che potremo prelevare sarà di:

[(1.200 : 220) + 1] x 1,25 = 8 volt

L'INTEGRATO LM.317 come STABILIZZATORE di CORRENTE

L'integrato **LM.317**, oltre ad essere utilizzato come stabilizzatore di **tensione**, lo potremo utilizzare anche per stabilizzare la **corrente** d'uscita.

Usandolo come stabilizzatore di **tensione**, sappiamo già che regolando l'integrato per fornire in uscita una qualsiasi tensione potremo alimentare circuiti che assorbono **0,1 - 0,5 - 1,5 amper** perchè, anche se varia la **corrente**, la **tensione** rimarrà sempre **stabile** sul valore prefissato.

Usandolo come stabilizzatore di **corrente**, se regoliamo l'integrato per fornire in uscita una corrente di **0,3 amper** ed applichiamo sulla sua uscita dei circuiti che richiedono una tensione di **5 - 9 - 12 - 15 volt**, questi preleveranno dall'alimentatore una **corrente fissa** di **0,3 amper** indipendentemente dal valore della tensione di alimentazione.

Gli **stabilizzatori** di **corrente**, conosciuti più comunemente come **generatori** di **corrente costante**, vengono utilizzati per ricaricare le pile al **nichel-cadmio**, o le batterie al **piombo**, oppure per alimentare dei circuiti in cui risulta più importante controllare la **corrente** anzichè la **tensione**.

Per trasformare un alimentatore in uno stabilizzatore di **corrente** occorre solo collegare tra il terminale **U** e **R** una resistenza **R1** di valore calcolato.

In questo modo, dalla sua uscita preleveremo una **corrente stabilizzata**, ma poichè pochi riescono a capire come l'integrato possa stabilizzare una **corrente**, cercheremo di spiegarlo partendo dallo schema riportato in fig.61, dove vediamo il terminale **R** collegato a **massa** ed il terminale **U** collegato anch'esso a **massa** tramite la **R1**.

Come potete notare, questo schema risulta molto simile a quello di uno stabilizzatore di **tensione** (vedi fig.55) solo che manca la resistenza **R2**.

Indipendentemente dal valore ohmico della resistenza **R1**, sull'uscita dell'integrato preleveremo sempre una **tensione** stabilizzata di **1,25 volt**.

Infatti, se consideriamo la formula per calcolare i **volt** d'uscita dell'integrato **LM.317**, cioè:

volt uscita = [(R2 : R1) + 1] x 1,25

sapendo che la **R2** è di **0 ohm**, anche se sceglieremo per **R1** un valore di **1,2 ohm** oppure di **330 ohm** o **10.000 ohm**, sull'uscita preleveremo sempre una tensione di **1,25 volt** (vedi fig.62):

[(0 : 1,2) + 1] x 1,25 = 1,25 volt

[(0 : 330) + 1] x 1,25 = 1,25 volt

[(0 : 10.000) + 1] x 1,25 = 1,25 volt

LA CORRENTE al variare della R1

Sapendo che inserendo tra il terminale **U** e **R** una resistenza di qualsiasi valore, ai suoi capi ci ritroveremo sempre una tensione di **1,25 volt**, è ovvio che in questa scorrerà una **corrente** che potremo calcolare con la formula:

amper = volt : ohm

Quindi ammesso di utilizzare come valori di resistenze **6,8 - 100 - 220 ohm**, in queste scorrerà una **corrente** di:

1,25 : 6,8 = 0,183 amper

1,25 : 100 = 0,0125 amper

1,25 : 220 = 0,0056 amper

Nota = Moltiplicando il valore degli **amper** per **1.000** otterremo la conversione in **milliamper**.

Se ora **scolleghiamo** da **massa** la resistenza **R1** e la colleghiamo al terminale **R** e poi tra il terminale **R** e la **massa** colleghiamo un qualsiasi **carico** (vedi fig.63), in questo scorrerà la stessa **corrente** che scorre nella resistenza **R1**.

CALCOLARE il valore di R1

Volendo conoscere quale valore ohmico dovremo utilizzare per **R1** per ottenere in uscita una determinata **corrente** dovremo usare la formula:

ohm = 1,25 : amper

Nota = **1,25** è la tensione che l'integrato stabilizzatore **LM.317** fornisce sulla sua uscita.

Se il valore della **corrente** è espresso in **milliam-**

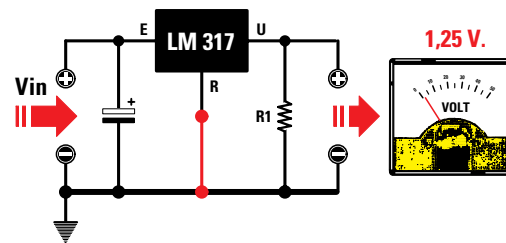



Fig.61 Se colleghiamo a massa il terminale R dell'integrato e così facciamo per la resistenza R1, in uscita, preleveremo una tensione stabilizzata di 1,25 volt.

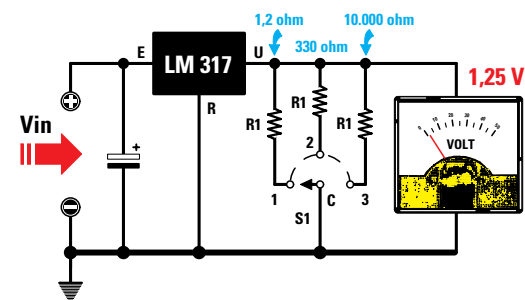



Fig.62 Anche se il valore della resistenza R1 risultasse di 1,2 ohm, 330 ohm o 10.000 ohm, la tensione in uscita rimarrà fissa sul valore di 1,25 volt.

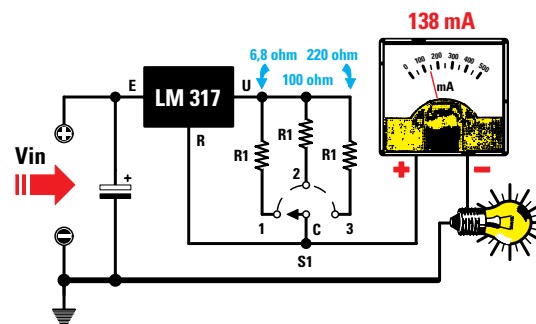



Fig.63 Se con un commutatore rotativo colleghiamo il terminale R su diversi valori di R1, da questo terminale preleveremo la stessa corrente che scorre in R1.

per anzichè in **amper**, dovremo modificare la formula come segue:

ohm = (1,25 : milliamper) x 1.000

Ammesso di voler realizzare un **generatore** di **corrente costante** in grado di fornire in uscita una corrente di **138 milliamper**, dovremo applicare tra il terminale **R-U** una resistenza da:

(1,25 : 138) x 1.000 = 9 ohm

Poichè non riusciremo a trovare questo valore ohmico, potremo collegare in parallelo **2** resistenze da **18 ohm** e in questo modo otterremo:

18 : 2 = 9 ohm

Se sui terminali d'uscita di questo **generatore** di **corrente costante** applichiamo come **carico** tre **resistenze** con i seguenti valori ohmici:

30 ohm – 80 ohm – 100 ohm

poichè in queste resistenze deve scorrere una corrente di **138 milliamper** è ovvio che, variando il loro valore ohmico e rimanendo fissa la **corrente**, dovrà variare la **tensione** d'uscita.

Per conoscere quale **tensione** fornirà l'integrato su questi carichi di **30-80-100 ohm** useremo questa formula:

volt = (ohm x milliamper) : 1.000

quindi ai capi di queste resistenze ci ritroveremo con i seguenti valori di tensione:

(30 x 138) : 1.000 = 4,14 volt (vedi fig.64)
(80 x 138) : 1.000 = 11,0 volt (vedi fig.65)
(100 x 138) : 1.000 = 13,8 volt (vedi fig.66)

Importante = Nei **generatori** di **corrente costante** se sul terminale d'uscita **U** non risulta applicato nessun **carico** ci ritroveremo la **stessa** tensione presente sul terminale **E**.
Quindi se sull'ingresso vi sono **20 volt**, sul terminale d'uscita saranno presenti, senza **nessun** carico, **20 volt** e se vi sono **24,5 volt**, sul terminale d'uscita saranno presenti, senza **nessun** carico, **24,5 volt**.

La tensione in uscita **scenderà** solo quando applicheremo sui due terminali **+/–** un **carico**, che potrebbe essere costituito da una **resistenza**, oppure da una **pila** da **ricaricare**, ecc.

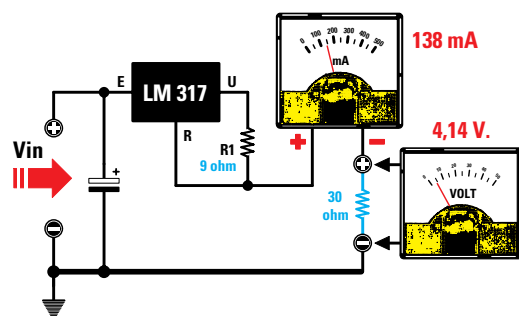



Fig.64 Se il valore di R1 fosse di 9 ohm in uscita preleveremo 138 mA, indipendentemente dal valore ohmico del carico. Collegando sull'uscita una resistenza da 30 ohm, ai suoi capi ci ritroveremo una tensione pari a 4,14 volt.

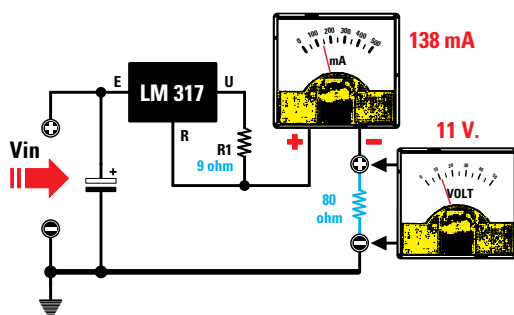



Fig.65 Se nello stesso circuito di fig.64 colleghiamo come carico una resistenza da 80 ohm, l'integrato aumenterà il valore della tensione d'uscita da 4,14 a 11 volt in modo da far scorrere in questa resistenza da 80 ohm una corrente di 138 mA.

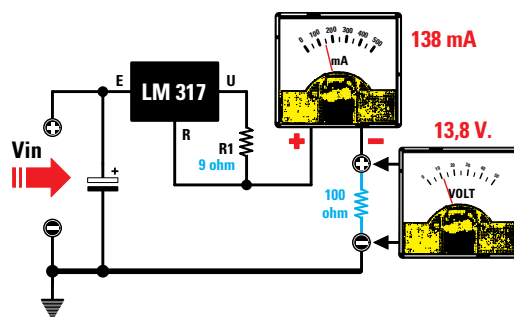



Fig.66 Se sostituiamo la resistenza da 80 ohm con una da 100 ohm, l'integrato aumenterà il valore della tensione d'uscita da 11 volt a 13,8 volt in modo da far scorrere in questa resistenza da 100 ohm una corrente di 138 mA.

ESEMPIO

Vogliamo realizzare un **Generatore** di **corrente costante** per ricaricare delle pile al **nichel-cadmio**, quindi vorremmo conoscere quali valori di resistenze utilizzare per ottenere le **correnti** necessarie per la loro carica.

Soluzione = Come prima operazione controlleremo la **capacità** delle **pile** da ricaricare, che viene normalmente indicata sull'involucro in **mAh**, che significa **milliamper-ora**.
I **volt** delle pile non interessano, perchè il **generatore** di **corrente costante** provvederà automaticamente a far giungere ai capi di ogni pila la **tensione** richiesta.

Ammesso di avere tre pile con sopra indicato:

300 mAh - 500 mAh - 1.000 mAh

questo significa che esse possono alimentare per **1 ora** circa dei circuiti che assorbono una corrente di **300 - 500 -1.000 mA**.

Se abbiamo una pila da **500 mAh** ed alimentiamo un circuito che assorbe **60 milliamper**, questa avrà una autonomia di **500 : 60 = 8 ore** circa.

Se con la stessa pila alimentiamo un circuito che assorbe **120 milliamper**, questa avrà una autonomia di **500 : 120 = 4 ore** circa.

Facciamo presente che per **ricaricare** una pila al **nichel-cadmio** occorre utilizzare una **corrente** che risulti **10 volte minore** rispetto ai **mAh** indicati sul suo involucro e tenerla sotto carica per un tempo di circa **10 ore**, o meglio ancora per un **20%** in più, quindi per un totale di **12 ore**.
Per le tre pile prese come esempio ci occorrono queste diverse **correnti**:

30 mA per ricaricare la pila da **300 mAh**
50 mA per ricaricare la pila da **500 mAh**
100 mA per ricaricare la pila da **1.000 mAh**

Conoscendo il valore delle correnti richieste, cioè **30-50-100 mA**, potremo calcolare il valore delle resistenze **R1** da applicare tra i due terminali **U-R** dell'integrato:

(1,25 : 30) x 1.000 = 41,66 ohm

(1,25 : 50) x 1.000 = 25,00 ohm

(1,25 : 100) x 1.000 = 12,50 ohm

Poichè questi valori **non** sono standard, li potremo ottenere collegando in **parallelo** o in **serie** più resistenze in modo da avvicinarci il più possibile al valore richiesto:

41,66 ohm = valore che otterremo collegando in parallelo **2** resistenze da **82 ohm**;
25,0 ohm = valore che otterremo collegando in parallelo **4** resistenze da **100 ohm**;
12,5 ohm = valore che otterremo collegando in **serie** ad una resistenza da **5,6 ohm** una seconda resistenza da **6,8 ohm**.

Tramite un **commutatore** rotativo a **3 posizioni**

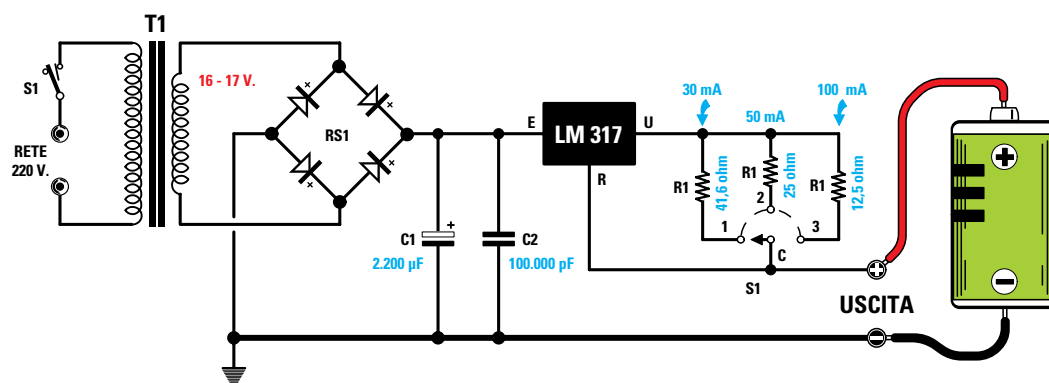



Fig.67 Se volessimo realizzare un alimentatore per ricaricare delle pile al nichel-cadmio da 300 mAh-500 mAh-1.000 mAh, sapendo che la corrente di ricarica deve risultare 1/10 della capacità massima, dovremo calcolare il valore delle tre resistenze R1 in modo da prelevare in uscita 30-50-100 mA. Il valore di queste tre resistenze si calcola con la formula "ohm = (1,25 : milliamper) x 1.000", quindi otterremo 41,6-25-12.5 ohm.

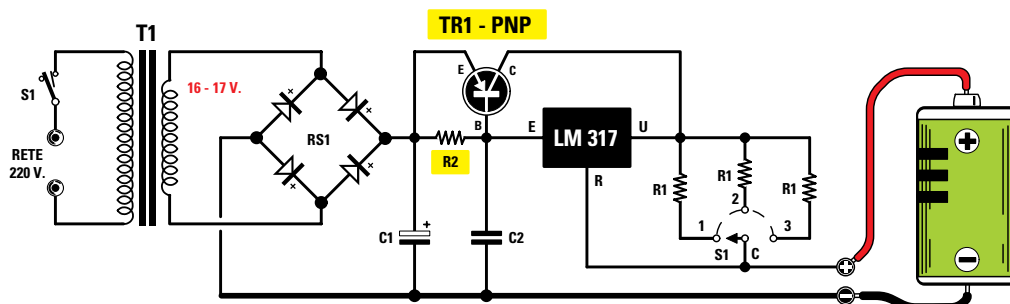



Fig.68 Se in uscita volessimo prelevare una corrente maggiore di 1,5 amper, dovremmo aggiungere un transistor di potenza PNP collegandolo come visibile nello schema.
Per calcolare il valore della resistenza R1 useremo la formula "ohm = 1,25 : amper", mentre per calcolare il valore della resistenza R2 consigliamo di leggere l'articolo.

collegheremo all'integrato le resistenze richieste come appare evidenziato in fig.67.

PER ottenere più CORRENTE

Volendo ottenere in uscita una **corrente** maggiore rispetto agli **1,5 amper** che l'integrato **LM.317** è in grado di erogare, dovremo aggiungere un transistor di **potenza PNP** (vedi fig.68).
Il valore della resistenza **R1** andrà calcolato con la formula:

R1 in ohm = 1,25 : amper

Per calcolare il valore della resistenza **R2** dovremo eseguire queste tre operazioni:

1° Calcolare la **corrente** che deve scorrere nella **B**ase del transistor **TR1** che indichiamo **Ib**:

Ib = amper massimi : Hfe

2° Calcolare la **corrente** che deve scorrere nella resistenza **R2** che indichiamo **IR2**:

IR2 = amper erogati dall'integrato – Ib

3° Calcolare il valore ohmico della **R2** con questa semplice formula:

R2 in ohm = 0,7 : IR2

Nota = il numero **0,7** è il valore della **tensione** minima da applicare sulla **B**ase del transistor **TR1** per poterlo portare in **conduzione**.

ESEMPIO

Vogliamo realizzare un **generatore** di **corrente costante** che eroghi una corrente di **2,2 amper**, utilizzando un transistor di potenza **PNP** che sappiamo ha una **Hfe = 35**.

Soluzione = All'integrato **LM.317** faremo erogare una corrente massima di soli **0,2 amper** per non sovraccaricarlo e la differenza di **2 amper** la faremo erogare al transistor di **potenza**.

Come prima operazione calcoleremo il valore della resistenza **R1** con la formula:

R1 in ohm = 1,25 : amper

1,25 : 2,2 = 0,568 ohm

valore che potremo ottenere collegando in **parallelo** due resistenze da **1,2 ohm**.

Come seconda operazione calcoleremo la corrente di **B**ase del transistor **TR1**:

2,2 amper totali : Hfe 35 = 0,0628 corrente Ib

Conoscendo la **Ib** di **0,0628** e volendo far erogare all'integrato solo **0,2 amper**, potremo calcolare la **corrente** che deve scorrere nella **R2**:

0,2 – 0,0628 = 0,1372 valore corrente **IR2**

Conoscendo il valore che deve scorrere nella **R2** potremo calcolare il suo valore ohmico:

0,7 : 0,1372 = 5,10 ohm

valore che otterremo collegando in parallelo due resistenze da **10 ohm**.

Importante = Il corpo dell'**integrato** stabilizzatore e quello del transistor di **potenza** devono essere sempre fissati sopra un'**aletta** di **raffreddamento** per dissipare velocemente il **calore** generato.

Fig.69 Foto dell'alimentatore duale da 5-9-12-15 volt, in grado di erogare una corrente massima di 1,2 amper.

ALIMENTATORE DUALE da 1,2 AMPER

Completata la lettura di questa Lezione, se vi chiedessimo di progettare un alimentatore **duale** per ottenere una tensione **positiva** di **12 volt** e una tensione **negativa** di **12 volt**, scegliereste senza indugio un integrato **7812** per la tensione **positiva** e un integrato **7912** per la tensione **negativa** ed infatti questa è la soluzione da adottare.

Se invece vi chiedessimo di progettare un alimentatore **duale** in grado di fornire in uscita quattro valori di tensione, **5-9-12-15 volt positivi** e **5-9-12-15 volt negativi**, scegliereste un integrato **LM.317** per la tensione **positiva** e un integrato **LM.337** per la tensione **negativa**, poi con un **doppio** commutatore collghereste tra il terminale **R** e la **massa** di ogni integrato delle resistenze calcolate precedentemente per poter ottenere in uscita le quattro tensioni richieste (vedi fig.70).

In **teoria** questa soluzione è corretta, ma all'atto **pratico** il circuito può presentare un piccolo inconveniente causato dalla **tolleranza** delle resistenze presenti nel commutatore.

Pertanto non è da escludere che, commutando il **doppio** commutatore sui **9 volt**, sull'uscita **positiva** sia presente la tensione richiesta di **9 volt**, mentre sull'uscita **negativa** una tensione di **8,5 volt** oppure di **9,5 volt**.

Commutando il **doppio** commutatore sui **12 volt**, sull'uscita **positiva** potrebbe essere presente una tensione di **11,4 volt**, mentre sull'uscita **negativa** una tensione di **12,8 volt** o viceversa.

Per ottenere in uscita una tensione **duale** perfettamente **simmetrica**, anzichè modificare il valore delle resistenze poste tra i due terminali **R** e la **massa** degli integrati **LM.317** e **LM.337**, conviene utilizzare lo schema riportato in fig.71.

Come noterete, tra il terminale **R** e la **massa** di entrambi gli integrati viene applicata una resistenza da **3.300 ohm** (vedi **R1-R2**) e sui due terminali **R** viene applicata, tramite il commutatore rotativo **S2**, una **sola** resistenza per ogni valore di tensione che si desidera ottenere.

Usando una **sola** resistenza, la tensione che preleveremo sui due rami **positivo** e **negativo** risulterà perfettamente **simmetrica**.
Quindi, se sul ramo **positivo** fosse presente una tensione di **11,99 volt**, anche sul ramo **negativo** troveremmo **11,99 volt** e se sul ramo **positivo** fosse presente una tensione di **12,03 volt**, anche sul ramo **negativo** troveremmo **12,03 volt**.

Il commutatore rotativo **S2** a **4 posizioni** inserito nel progetto ci permette di ottenere in uscita le tensioni più comunemente utilizzate, cioè:

5+5 - 9+9 - 12+12 - 15+15 volt

Poichè la massima tensione che desideriamo ottenere è stata prefissata sui **15+15 volt**, dovremo applicare sui terminali **E** dei due integrati una tensione continua di circa **16 volt**.

Quindi il trasformatore da utilizzare dovrà avere un **doppio** secondario in grado di fornire una **tensione** di **16+16 volt 1,5 amper**.

Per calcolare la capacità dei condensatori elettro-

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

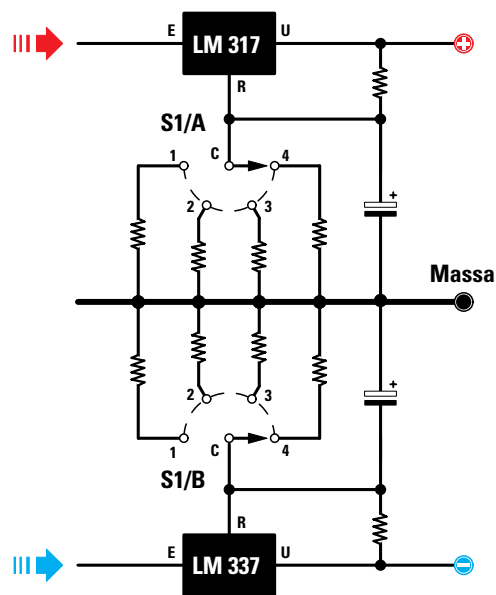



Fig.70 Se vi chiedessimo di progettare un alimentatore duale in grado di fornire 4 diverse tensioni, tutti realizzereste questo schema che utilizza un doppio commutatore (vedi S1/A-S1/B), un integrato LM.317 per la tensione positiva e un integrato LM.337 per la tensione negativa.

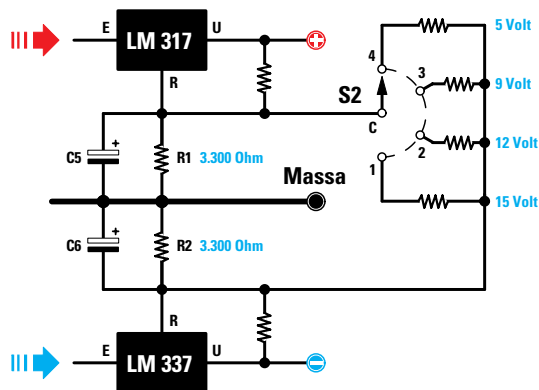



Fig.71 Lo schema di fig.70 non riuscirà mai a fornire in uscita due tensioni perfettamente identiche. Per ovviare a tale difetto, consigliamo di utilizzare questo schema che, oltre a risultare molto più semplice, permette di ottenere in uscita delle tensioni perfettamente bilanciate.

litici **C1-C2** dovremo usare questa formula:

microfarad = 40.000 : (volt : amper)

e non quella che utilizza il numero **20.000** perchè **metà** del ponte raddrizzatore **RS1** viene utilizzato per raddrizzare le semionde **negative** e l'altra metà per raddrizzare le semionde **positive**.

Poichè nei terminali **E** entra una tensione continua di circa **22 volt** e poichè in **uscita** potremmo prelevare fino ad un **massimo** di **1,5 amper**, per **C1-C2** ci servirà una capacità **non** minore di:

40.000 : (22 : 1,5) = 2.727 microfarad

Poichè questo valore non è standard, ci conviene usare per **C1-C2** un condensatore elettrolitico di capacità **maggiore**, cioè da **4.700 microfarad**.

A questo punto dovremo calcolare i valori delle resistenze che si dovrebbero applicare tra il terminale **R** e la **massa** se usassimo un **solo** integrato.

Per i **5 volt** sarebbe necessaria una resistenza da:

[(5 : 1,25) – 1] x 220 = 660 ohm

Per i **9 volt** una resistenza da:

[(9 : 1,25) – 1] x 220 = 1.364 ohm

Per i **12 volt** una resistenza da:

[(12 : 1,25) – 1] x 220 = 1.892 ohm

Per i **15 volt** una resistenza da:

[(15 : 1,25) – 1] x 220 = 2.420 ohm

Poichè abbiamo già una resistenza da **3.300 ohm** (vedi **R1-R2**) collegata tra il terminale **R** e la **massa**, dovremo calcolare quale valore è necessario applicare in **parallelo** a queste resistenze da **3.300 ohm** per ottenere i valori ohmici sopra riportati.

Per saperlo, dovremo svolgere l'operazione **inversa** che si esegue per ricavare il valore ohmico di due resistenze poste in **parallelo**, vale a dire:

(R1 x R2) : (R1 – R2)

quindi ci servono questi nuovi valori:

(3.300 x 660) : (3.300 – 660) = 825 ohm

(3.300 x 1.364) : (3.300 – 1.364) = 2.325 ohm

(3.300 x 1.892) : (3.300 – 1.892) = 4.434 ohm

(3.300 x 2.420) : (3.300 – 2.420) = 9.075 ohm

Infatti, collegando in parallelo ad una resistenza da **3.300 ohm** i valori sopra riportati otterremo:

(3.300 x 825) : (3.300 + 825) = 660 ohm

(3.300 x 2.325) : (3.300 + 2.325) = 1.364 ohm

(3.300 x 4.434) : (3.300 + 4.434) = 1.891,9 ohm

(3.300 x 9.075) : (3.300 + 9.075) = 2.420 ohm

Poichè nel circuito sono presenti **due** resistenze da **3.300 ohm** (vedi **R1-R2**), dovremo ovviamente **raddoppiare** i valori precedentemente calcolati.

Per i **5+5 volt** ci occorre una resistenza da:

825 + 825 = 1.650 ohm

valore che otterremo collegando in serie:
1.500+150 = 1.650 ohm (vedi **R7-R8**).

Per **9+9 volt** ci occorre una resistenza da:

2.325 + 2.325 = 4.650 ohm

valore che otterremo collegando in serie:
3.300+150+1.200 = 4.650 ohm (**R9-R10-R11**).

Per i **12+12 volt** ci occorre una resistenza da:

4.434 + 4.434 = 8.868 ohm

valore che otterremo collegando in serie:
8.200+330+330 = 8.860 ohm (**R12-R13-R14**).

Per i **15+15 volt** ci occorre una resistenza da:

9.075 + 9.075 = 18.150 ohm

valore che otterremo collegando in serie:
150+18.000 = 18.150 ohm (**R15-R16**).

Abbiamo ritenuto opportuno riportare passo per passo tutte le operazioni da svolgere per calcolare il valore di queste resistenze, in modo che chi volesse realizzare un alimentatore con tensioni diverse saprà come procedere.

Nota = Se calcolando la somma delle resistenze poste in **serie** vi ritroverete con una differenza in più o in meno di **pochi** ohm rispetto al valore richiesto, non preoccupatevi, perchè in uscita si otterranno delle differenze di pochi **millivolt**.

I diodi **DS1-DS2-DS3** presenti nel circuito servono per proteggere i due integrati stabilizzatori, mentre il trimmer **R5** serve per correggere la **simmetria** della tensione **duale** come spiegheremo nel capitolo dedicato alla **taratura**.

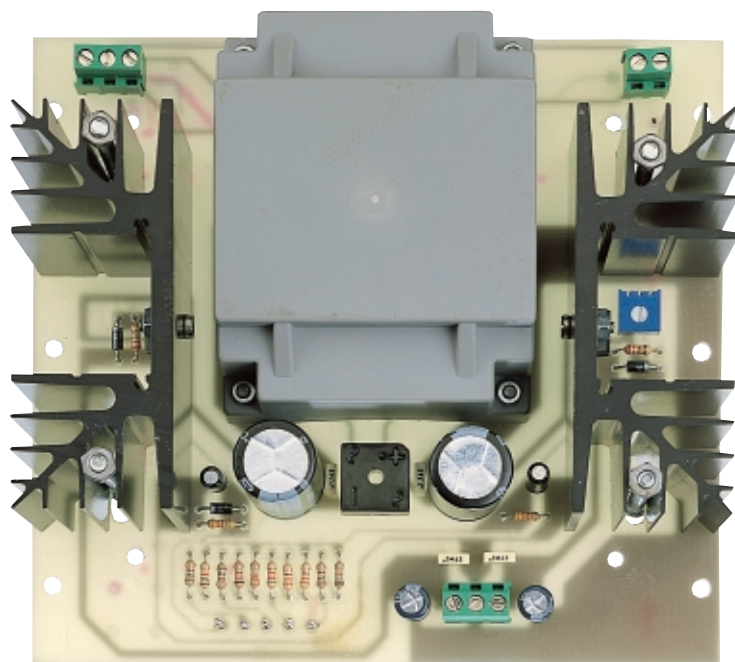



Fig.72 Di lato, foto del circuito stampato con sopra montati tutti i componenti e le due alette di raffreddamento per gli integrati.

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

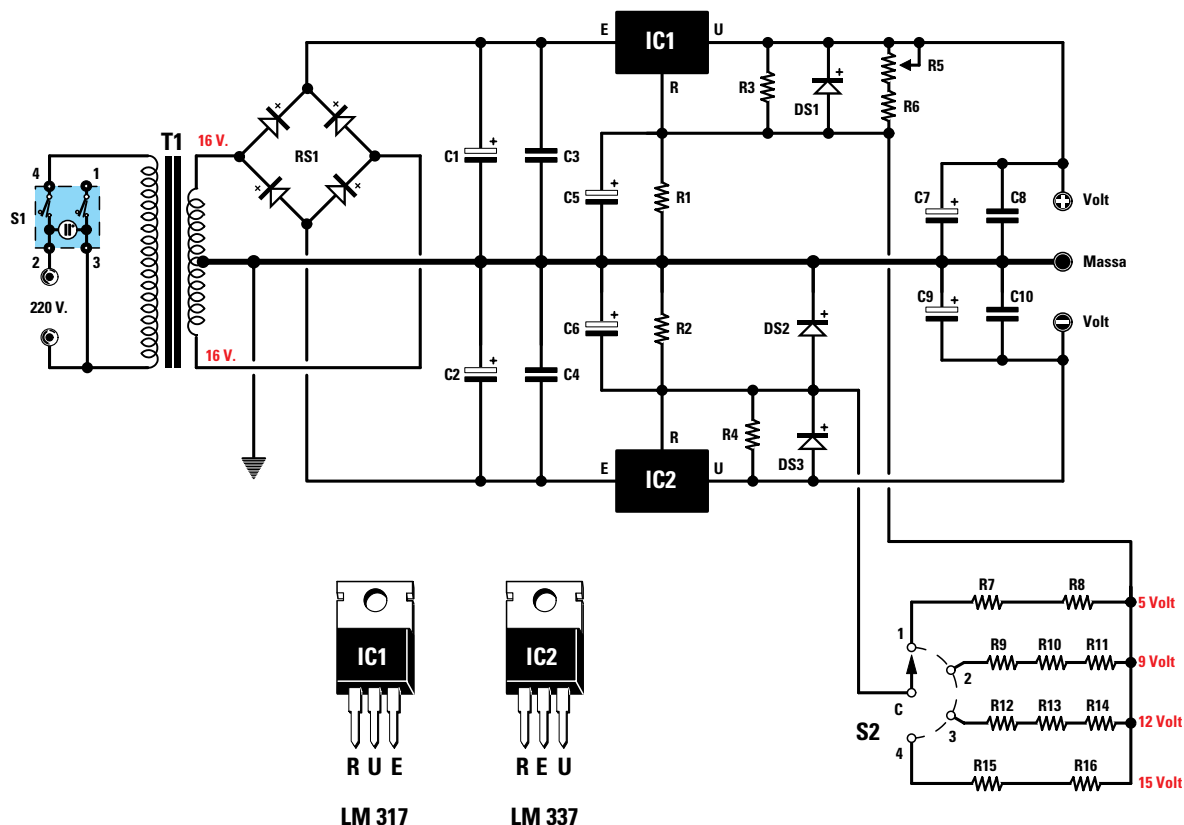
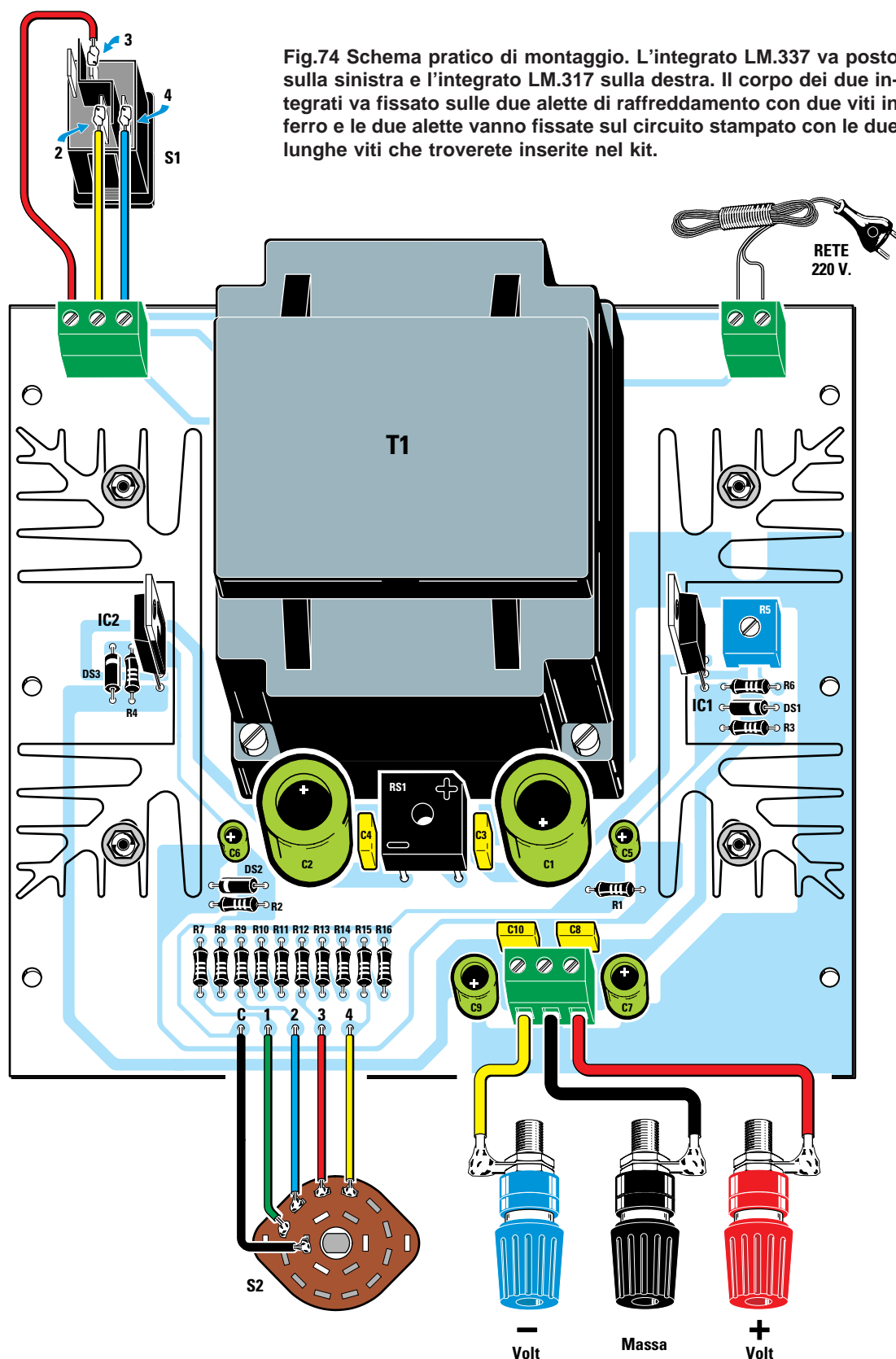



Fig.73 Schema elettrico dell'alimentatore duale, elenco dei componenti e connessioni dei terminali E-R-U dei due integrati stabilizzatori LM.317 e LM.337. Nella pagina di destra è riprodotto lo schema pratico che evidenzia la disposizione dei vari componenti.

ELENCO COMPONENTI LX.5030

R1 = 3.300 ohm
R2 = 3.300 ohm
R3 = 390 ohm
R4 = 220 ohm
R5 = 500 ohm trimmer
R6 = 220 ohm
R7 = 150 ohm
R8 = 1.500 ohm
R9 = 150 ohm
R10 = 1.200 ohm
R11 = 3.300 ohm
R12 = 8.200 ohm
R13 = 330 ohm
R14 = 330 ohm
R15 = 150 ohm
R16 = 18.000 ohm
C1 = 4.700 mF elettrolitico
C2 = 4.700 mF elettrolitico
C3 = 100.000 pF poliestere
C4 = 100.000 pF poliestere
C5 = 10 mF elettrolitico
C6 = 10 mF elettrolitico
C7 = 220 mF elettrolitico
C8 = 100.000 pF poliestere
C9 = 220 mF elettrolitico
C10 = 100.000 pF poliestere
DS1 = diodo silicio 1N.4007
DS2 = diodo silicio 1N.4007
DS3 = diodo silicio 1N.4007
IC1 = integrato LM.317
IC2 = integrato LM.337
RS1 = ponte raddrizzatore
T1 = trasform. 50 watt (T050.04)
sec. 16+16 volt 1,5 amper
S1 = interruttore con lampada
S2 = commutatore rotativo
3 vie 4 posizioni

Nota = tutte le resistenze
sono da 1/4 watt.

Fig.74 Schema pratico di montaggio. L'integrato LM.337 va posto sulla sinistra e l'integrato LM.317 sulla destra. Il corpo dei due integrati va fissato sulle due alette di raffreddamento con due viti in ferro e le due alette vanno fissate sul circuito stampato con le due lunghe viti che troverete inserite nel kit.

Nel titolo abbiamo scritto che da questo alimentatore si può prelevare una corrente massima di **1 amper**, ma in pratica possiamo prelevare:

- per i **15 volt** una corrente massima **1,5 amper**
- per i **12 volt** una corrente massima **1,2 amper**
- per i **9 volt** una corrente massima **0,9 amper**
- per i **5 volt** una corrente massima **0,7 amper**

REALIZZAZIONE PRATICA

Tutti i componenti riportati nell'elenco relativo allo schema elettrico di fig.73 devono essere montati sul circuito stampato **LX.5030** visibile in fig.74.

Come prima operazione inserite tutte le **resistenze**, verificando sui loro corpi il **codice** dei **colori** per evitare di inserire un valore ohmico in una posizione errata.
Poichè quasi sempre ci si accorge di questo **errore** solo quando si va a cercare un valore che non si riesce a trovare, vi consigliamo di metterle tutte su un tavolo ponendo vicino a ciascuna di esse un cartellino con indicato il loro valore in ohm.

In questo modo, se nelle fasce colore avete letto un valore errato, alla fine vi ritroverete con una resistenza in meno, quindi risulterà più facile ricercare sul tavolo quella alla quale avete erroneamente assegnato un valore che non è il suo.
Dopo aver saldato una resistenza, vi conviene tranciare subito l'eccedenza dei due terminali con un paio di tronchesine.

Dopo le resistenze potete inserire tutti i **diodi** al **silicio**, orientando il lato del loro corpo contornato da una **fascia bianca** così come appare evidenziato nello schema pratico di fig.74.
Se per errore invertirete la polarità di un solo diodo il circuito **non** funzionerà.
Proseguendo nel montaggio, inserite il **trimmer R5**, ruotando subito a **metà corsa** il suo cursore, poi i quattro condensatori **poliestere** ed il ponte raddrizzatore **RS1**, orientando i due terminali **+/–** così come indicato nello schema pratico di fig.74.
Completata questa operazione, potete inserire tutti i **condensatori** elettrolitici, rispettando la polarità dei due terminali.
Se sul corpo **non** trovate il segno **+**, ricordatevi che il terminale **positivo** è quello **più lungo**.

Il terminale **positivo** del condensatore **C1** va rivolto verso la morsettiera d'uscita, mentre quello del condensatore **C2** va rivolto verso **T1**.

Il terminale **positivo** del condensatore **C5** va rivolto verso il condensatore **C1**, mentre quello del condensatore **C6** verso l'aletta di **IC2**.

Il terminale **positivo** del condensatore **C7** va rivolto verso il trasformatore **T1**, mentre quello del condensatore **C9** va rivolto in senso opposto.
Nelle posizioni indicate nello schema pratico di fig.74, dovete inserire la morsettiera a **2 poli** per entrare con la tensione di rete dei **220 volt**, quella a **3 poli** per l'interruttore di rete **S1** ed un'altra a **3 poli** per prelevare la tensione **duale**.

A questo punto prendete i due integrati stabilizzatori **IC1-IC2** e fissateli sulle **alette** di **raffreddamento** che troverete nel kit.
Quando li inserite nel circuito stampato dovete collocare l'**LM.337** sulla sinistra del trasformatore **T1** e l'**LM.317** sulla destra, dopodichè dovete fissare le alette sul circuito stampato con le quattro lunghe viti in ferro inserite nel kit.

Per ultimo inserite il trasformatore di alimentazione **T1**, fissando anche questo sul circuito stampato con le quattro viti in ferro.

A questo punto potete fissare il circuito stampato all'interno del mobile con quattro viti autofilettanti, poi sfilare il suo pannello frontale e su questo fissate il commutatore **S2**, l'interruttore di rete **S1** e

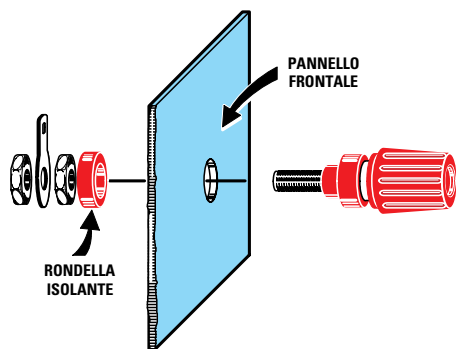
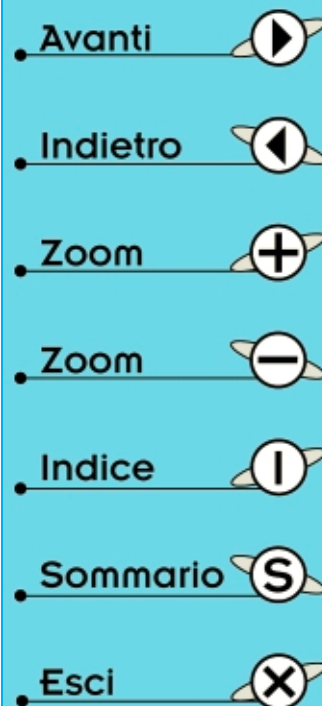



Fig.75 Prima di fissare i tre morsetti sul pannello frontale del mobile, sfilate dal loro corpo la rondella isolante posteriore e reinseritela nel retro del pannello onde isolare il loro corpo dal metallo del pannello.

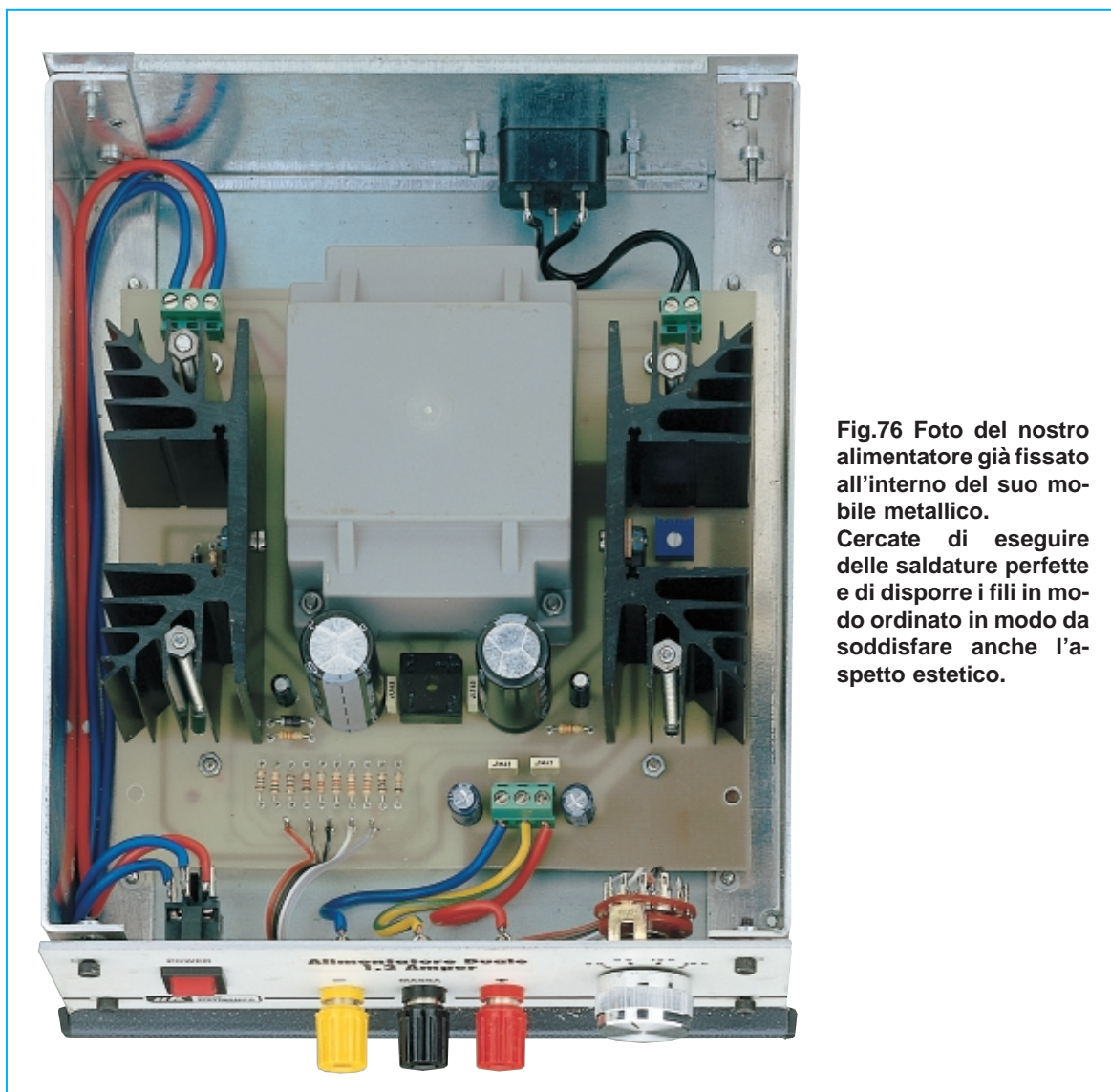



Fig.76 Foto del nostro alimentatore già fissato all'interno del suo mobile metallico.
Cercate di eseguire delle saldature perfette e di disporre i fili in modo ordinato in modo da soddisfare anche l'aspetto estetico.

le boccole per prelevare la tensione **duale**.
Prima di fissare il commutatore rotativo **S2** dovete accorciare il suo **perno**, in modo che il corpo della manopola rimanga distanziato dal pannello frontale di **1 mm** circa.

Quando fissate sul pannello i tre **morsetti** colorati per l'uscita della tensione duale dovete sfilare dal loro corpo la rondella di plastica, per reinserirla poi nel retro del pannello (vedi fig.75).
Se inserite i tre morsetti **senza** sfilare questa rondella di plastica, metterete in **cortocircuito** le tensioni d'uscita con il metallo del pannello.

Il morsetto di colore **rosso** lo useremo per la tensione **positiva**, quello di colore **blu** o **giallo** per la tensione **negativa** ed il terzo, di colore **nero** per la **massa**.

L'interruttore **S1** va inserito a pressione nella finestra del pannello. Questo interruttore dispone di quattro terminali, perchè al suo interno è presente una lampadina al **neon** che si accende quando vengono forniti i 220 volt al trasformatore **T1**.

Per non sbagliarvi nelle connessioni, controllate quale **numero** è stampigliato sul corpo, in prossimità di ciascun terminale e, dopo averlo individuato, collegate il filo del terminale **2** nel foro **centrale** della morsettiera, il filo del terminale **3** nel foro di **sinistra** e quello del terminale **4** nel foro di **destra**.
Con dei corti spezzoni di filo di rame ricoperto in plastica collegate i terminali **C-1-2-3-4**, visibili in basso, ai terminali del commutatore rotativo cercando di non invertirli (vedi fig.74).
Prima di chiudere il mobile, dovete tarare il trimmer **R5** come spieghiamo più avanti.

MONTAGGIO nel MOBILE

Completato il montaggio, dovete inserire nei quattro fori presenti sullo stampato le **torrette metalliche** lunghe **10 mm** che troverete nel kit.
Queste torrette servono per fissare il circuito stampato sul piano del mobile e anche per tenere **distanziate** le sottostanti **piste** in **rame** dal metallo del mobile onde evitare **cortocircuiti**.
Come appare evidenziato nelle foto, sul pannello frontale del mobile vanno fissate le tre boccole d'uscita, non dimenticando di sfilare dal loro corpo la rondella di plastica che va poi **reinserita** dalla parte interna del pannello, quindi il commutatore rotativo e l'interruttore di rete pressandolo nell'asola presente a sinistra.

Prima di fissare il commutatore rotativo è necessario accorciare il suo perno con un seghetto, quanto basta per tenere la sua **manopola** distante **1 mm** o poco più dal pannello.
Sul pannello posteriore dovete fissare nell'apposita asola la **presa maschio** della tensione di rete.

TARATURA

Completato il montaggio, la tensione in uscita **non** risulterà perfettamente **simmetrica** fino a quando non avrete tarato il trimmer **R5**.
Per tarare questo trimmer procedete come segue:

- ruotate il cursore del trimmer **R5** a metà corsa;
- ruotate il commutatore **S2** sui **15+15 volt**;
- collegate un **tester** alle boccole d'uscita **15 volt negativi** e **15 volt positivi** e leggete il valore di tensione che dovrebbe risultare pari a **30 volt**;
- se la tensione dovesse risultare di **29,5 volt** oppure di **31,4 volt**, sapete già che quest'**errore** è da attribuire alla **tolleranza** delle resistenze **R15-R16**;
- ammesso di leggere tra le due boccole un valore di tensione di **30,2 volt**, collegate il **tester** tra la boccola **positiva** e la **massa**;
- qui dovreste leggere esattamente la **metà** della tensione **totale**, cioè **30,2 : 2 = 15,1 volt**;
- ammesso che il valore di questa tensione **non** risulti simmetrico, ruotate il cursore del trimmer **R5** fino a leggere **15,1 volt**;
- agendo su questo trimmer potrebbe variare il valore della tensione **totale**, quindi ricollegate il **tester** tra le due boccole **negativa** e **positiva** e, ammesso di leggere **30,1 volt**, misurate nuovamente la tensione presente tra la boccola **positiva** e la **massa**;
- se leggete **15,1 volt**, ritoccate leggermente il cursore del trimmer **R5** in modo da leggere **metà** tensione, cioè **30,1 : 2 = 15,05 volt**;
- ottenuta una perfetta **simmetria** dei due bracci, il trimmer **non** deve più essere toccato;
- ora provate a ruotare il commutatore **S2** sulle sue **4** posizioni e, in tal modo, dovreste leggere:

5+5 - 9+9 - 12+12 - 15+15 volt

A causa delle **tolleranze** delle resistenze, queste tensioni potranno risultare minori o maggiori di qualche **millivolt**, comunque risulteranno tutte perfettamente **simmetriche**.

Quindi se sulla portata dei **12+12 volt** rileverete una tensione di **11,8+11,8 volt** o di **12,3+12,3 volt**, questa differenza può essere tollerata; infatti, un circuito che richiede una tensione di alimentazione di **12+12 volt** è in grado di funzionare anche se viene alimentato con una tensione maggiore o minore del **5%**.

Se la tensione in uscita dovesse risultare leggermente **minore** rispetto al valore richiesto, si dovrebbe **aumentare** di pochi ohm il valore ohmico di una delle due o tre resistenze poste in **serie**, se invece dovesse risultare leggermente **maggiore** si dovrebbe **ridurre** il valore di una sola di queste resistenze.

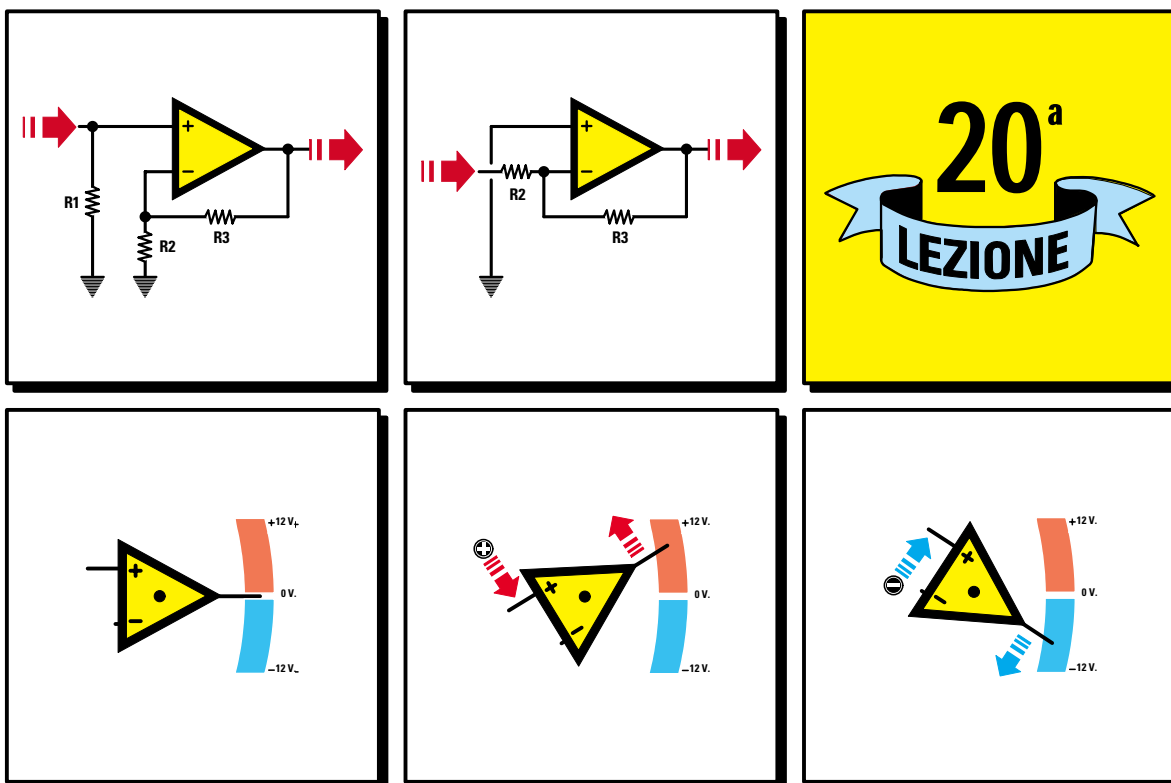
Non preoccupatevi se prelevando la **massima** corrente per mezz'ora o più, le due alette di raffreddamento si surriscalderanno.
Tenete presente che una temperatura di lavoro di **40-50 gradi** è da considerarsi normale.

COSTO di REALIZZAZIONE

Costo di tutti i componenti necessari per realizzare l'alimentatore **duale LX.5030** completo di circuito stampato, trasformatore di alimentazione, alette di raffreddamento, integrati, boccole, manopola per il commutatore S2 più un cordone di rete 220 volt, cioè tutti i componenti visibili in fig.74, **escluso** il solo mobile metallico
Lire 99.800 Euro 51,54

Costo del mobile metallico **MO.5030** completo di mascherina forata e serigrafata
Lire 35.000 Euro 18,08

Costo del solo circuito stampato **LX.5030**
Lire 21.000 Euro 10,85

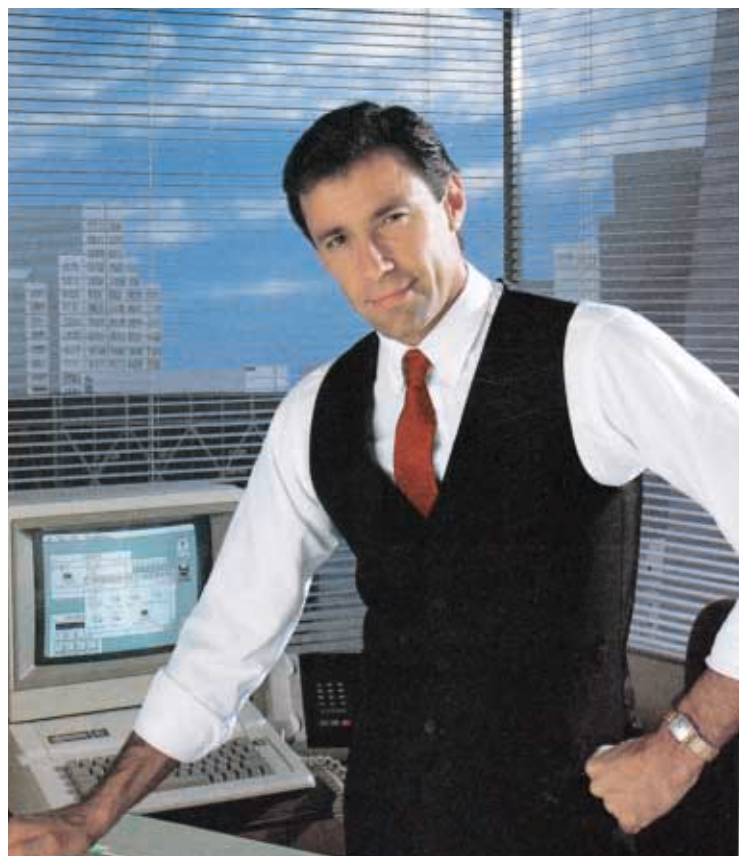
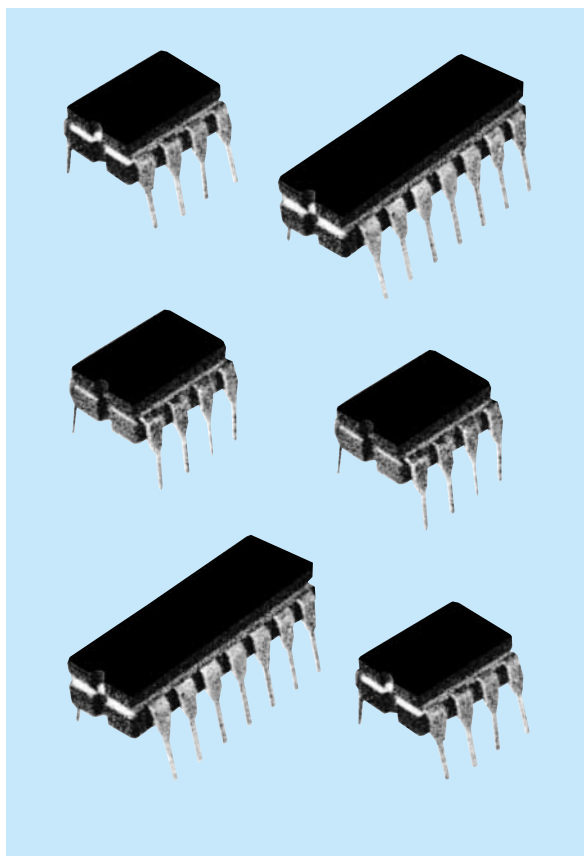
Tutti prezzi sono già **comprensivi** di IVA. Coloro che richiedono il kit in **contrassegno**, dovranno aggiungere le spese postali richieste dalle P.T. che si aggirano intorno a **L.7.000 Euro 3,62** per pacco.

*imparare l'*ELETTRONICA *partendo da* ZERO

Per amplificare i segnali di BF non vi sono solo i **transistor** e i **fet**, ma anche degli integrati chiamati **amplificatori operazionali**.
Gli operazionali vengono rappresentati con il simbolo di un **triangolo** provvisto di **due ingressi** contrassegnati **+/–** e di un solo piedino d'**uscita** situato sulla punta del triangolo.
All'interno di questo "triangolo" è presente un complesso circuito elettronico composto da **15-17 transistor** o **fet** e da tutte le necessarie resistenze di polarizzazione, quindi per far funzionare tali componenti è sufficiente aggiungere esternamente solo poche resistenze.

Gli operazionali, oltre ad essere utilizzati come **preamplificatori**, possono essere usati anche come **comparatori-raddrizzatori-miscelatori-oscillatori-filtri** di **BF**, pertanto una volta compreso come interagiscono i due piedini d'**ingresso** sul loro funzionamento, scoprirete che è più semplice polarizzare e usare un operazionale piuttosto che un transistor.

Anche se quasi tutti gli operazionali sono progettati per essere alimentati con una tensione **duale**, è possibile farlo anche con una tensione **singola** aggiungendo al circuito elettrico due sole resistenze ed un condensatore elettrolitico.

Per completare questa Lezione vi spieghiamo come usare gli operazionali per realizzare due semplici ed economici **Generatori** di segnali **BF**, che vi serviranno per controllare o riparare preamplificatori o stadi finali di bassa frequenza.

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

GLI AMPLIFICATORI OPERAZIONALI

Gli operazionali sono integrati che conviene studiare con impegno perchè, una volta appreso come funzionano, con poche resistenze e condensatori si possono realizzare validi:

preamplificatori BF
amplificatori differenziali
comparatori di tensione
miscelatori di segnali BF
oscillatori di bassa frequenza
filtri passa/basso - passa/alto, ecc.
squadratori di tensione
convertitori corrente/tensione
generatori di corrente costante
raddrizzatori di segnali BF

Per iniziare vi diremo che all'interno di questi integrati è presente un complesso circuito elettronico, che appare riprodotto nelle figg.103-104.

In tutti gli schemi elettrici questi amplificatori operazionali vengono rappresentati con il simbolo **grafico** di un **triangolo** (vedi fig.77).

Da un lato sono presenti due **ingressi**, uno indicato con il segno **+** e l'altro con il segno **–** e dal lato opposto, quello della punta, il terminale d'**uscita**.

Il terminale contrassegnato dal segno **+** viene chiamato ingresso **non invertente** e quello contrassegnato dal segno **–** viene chiamato ingresso **invertente** e tra poco ne comprenderete il motivo.

Negli schemi elettrici raramente sono indicati i due terminali di **alimentazione** e ciò è fonte di molti problemi non solo per i principianti, ma anche per i tecnici che li utilizzano per la prima volta.

Solo nelle connessioni dello zoccolo (vedi fig.78) i due piedini di alimentazione sono contrassegnati con **+V** e **–V** per indicare che occorre alimentarli con una tensione **duale**, vale a dire con una tensione **positiva** ed una **negativa** rispetto alla **massa** (vedi fig.79).

Inizialmente molti commettono l'errore di collegare il terminale **+V** alla tensione **positiva** di alimentazione e il terminale **–V** a **massa**, con la conseguenza che l'operazionale si rifiuta di funzionare.

Facciamo presente che tutti gli operazionali possono essere alimentati anche con una tensione **singola**, modificando il circuito come avremo modo di spiegarvi più avanti.

I DUE PIEDINI D'INGRESSO +/–

Per capire come interagiscono i due piedini **+/–** sul funzionamento di un operazionale, supponiamo di prendere un **triangolo** e di fissarlo con un chiodo ad una parete in modo che la sua **punta** si trovi in posizione orizzontale (vedi fig.80).

Con la **punta** in posizione orizzontale, sul piedino d'**uscita** sarà presente una tensione di **0 volt** rispetto alla **massa** solo se l'operazionale risulta alimentato da una tensione **duale**.

INGRESSO con il simbolo +

Ammesso che l'operazionale risulti alimentato da una tensione **duale** di **12+12 volt**, se sul piedino **non invertente +** applichiamo una tensione **positiva** (vedi in fig.81 la **freccia rossa** che spinge verso il **basso**), la **punta** del triangolo devierà verso la tensione **positiva** dei **12 volt**.

Se su questo stesso piedino **+** applichiamo una tensione **negativa** (vedi in fig.82 la **freccia blu** che spinge verso l'**alto**), la **punta** del triangolo devierà verso la tensione **negativa** dei **12 volt**.

Visto che applicando su questo **ingresso +** una tensione **positiva** sull'**uscita** si ottiene una tensione **positiva** e applicando una tensione **negativa** si ottiene una tensione **negativa**, questo ingresso viene chiamato **non invertente** perchè la polarità del segnale applicato sull'ingresso si preleva dal piedino d'uscita **non invertita**.

In fig.83 è riprodotto lo schema elettrico di uno stadio amplificatore che utilizza l'ingresso **non invertente**:

- sul piedino d'uscita abbiamo applicato un **voltmetro** con **0 centrale**;
- sul piedino d'ingresso **non invertente +** abbiamo applicato la resistenza **R1** verso **massa**;
- sull'opposto ingresso **invertente –** abbiamo applicato verso **massa** la resistenza **R2** ed una seconda resistenza siglata **R3** risulta applicata tra questo piedino e quello d'**uscita**.

Se sull'ingresso **+** non viene applicata nessuna tensione (vedi fig.83), la **lancetta** del voltmetro rimane immobile sul **centro** scala perchè sul terminale d'uscita è presente una tensione di **0 volt**.

Se sull'ingresso **+** viene applicata una tensione **po-**

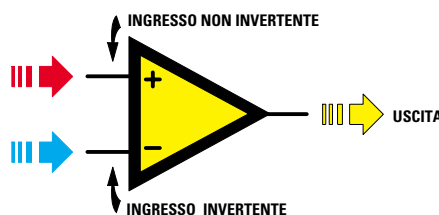



Fig.77 In tutti gli schemi elettrici gli operazionali vengono rappresentati con il simbolo di un triangolo. Da un lato sono presenti due ingressi, uno indicato con + e l'altro indicato con –. Il piedino d'uscita è sempre posto sul lato della punta.

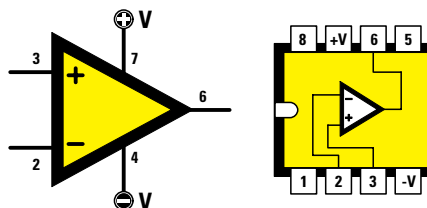



Fig.78 Nei simboli grafici vengono quasi sempre omessi i due terminali di alimentazione +V –V che, invece, sono presenti nelle connessioni dello zoccolo. I due simboli +V e –V indicano che l'integrato va alimentato con una tensione Duale.

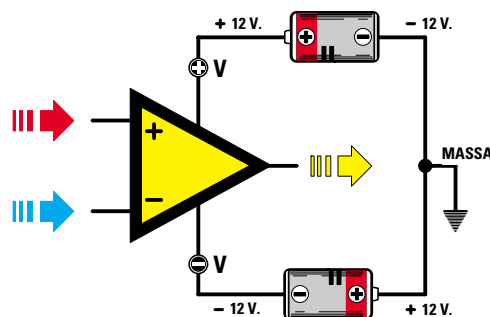



Fig.79 Quindi sul terminale +V dovremo applicare una tensione Positiva rispetto a Massa e sul terminale – V una tensione Negativa rispetto a Massa. Per ottenere una tensione duale di 12+12 volt potremo usare due pile collegate in serie.

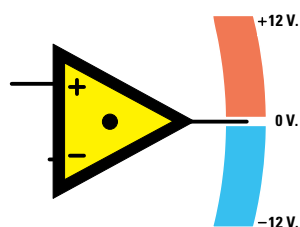



Fig.80 Se fissiamo il triangolo in modo che il terminale d'uscita risulti in orizzontale, riusciremo subito a capire come varia la tensione in uscita applicando sul terminale "+" una tensione positiva o negativa.

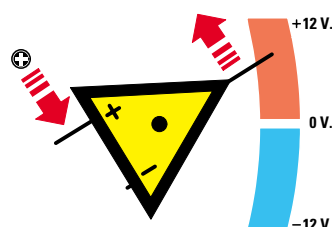



Fig.81 Se sull'ingresso "+" applichiamo una tensione positiva (vedi freccia rossa rivolta verso il basso), vedremo subito la punta del triangolo deviare verso la massima tensione positiva dei 12 volt di alimentazione.

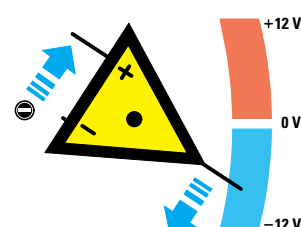



Fig.82 Se sull'ingresso "+" applichiamo una tensione negativa (vedi freccia blu rivolta verso l'alto), vedremo subito la punta del triangolo deviare verso la massima tensione negativa dei 12 volt di alimentazione.

sitiva (vedi fig.84), la lancetta del voltmetro devia verso i **12 volt positivi** di alimentazione.

Se sull'ingresso **+** viene applicata una tensione **negativa** (vedi fig.85), la lancetta del voltmetro devia verso i **12 volt negativi** di alimentazione.

Applicando sull'ingresso **+** un segnale **alternato** (vedi fig.86), sul piedino d'uscita preleveremo delle sinusoidi amplificate **non invertite** di polarità.

INGRESSO con il simbolo –

Ammesso che l'operazionale risulti sempre alimentato da una tensione **duale** di **12+12 volt**, se sul piedino **invertente –** applichiamo una tensione **positiva** (vedi in fig.88 la **freccia rossa** che spinge verso **l'alto**), la **punta** del triangolo devia verso la tensione **negativa** dei **12 volt**.

Se su questo stesso piedino **–** applichiamo una tensione **negativa** (vedi in fig.89 la **freccia blu** che spinge verso l'**alto**), la **punta** del triangolo devia verso la tensione **positiva** dei **12 volt**.

Applicando su questo **ingresso –** una tensione **positiva**, sull'**uscita** ci ritroviamo una tensione **negativa** e, applicando una tensione **negativa**, ci ritroviamo una tensione **positiva**.
Poichè la polarità del segnale applicato su questo ingresso si preleva dal piedino d'uscita **invertita**, questo ingresso viene chiamato **invertente**.

In fig.90 è riprodotto lo schema elettrico di uno stadio amplificatore che utilizza l'ingresso **invertente**:

- sul piedino d'uscita abbiamo nuovamente applicato un **voltmetro** con **0 centrale**;
- il piedino d'ingresso **non invertente +** l'abbiamo collegato a **massa** senza la resistenza **R1**;
- l'opposto ingresso **invertente –** l'abbiamo collegato alla boccola **entrata segnale** tramite la resistenza **R2**, lasciando sempre la resistenza **R3** collegata tra questo piedino e quello d'**uscita**.

Se sull'ingresso **–** non viene applicata nessuna tensione (vedi fig.90), la **lancetta** del voltmetro rimane immobile sul **centro** scala perchè sul terminale d'uscita è presente una tensione di **0 volt**.

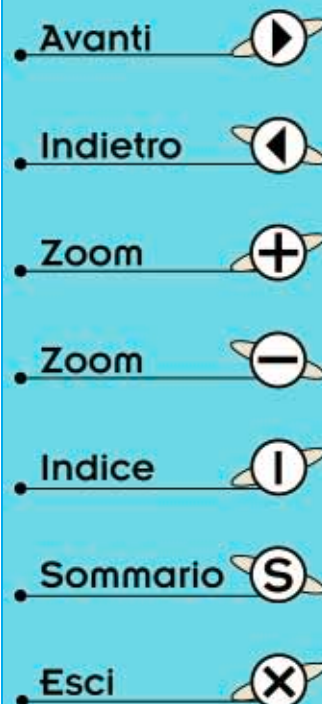
Se sull'ingresso **–** viene applicata una tensione **positiva** (vedi fig.91), la lancetta del voltmetro devia verso i **12 volt negativi** di alimentazione.

Se sull'ingresso **–** viene applicata una tensione **negativa** (vedi fig.92), la lancetta del voltmetro devia verso i **12 volt positivi** di alimentazione.

Applicando sull'ingresso **–** un segnale **alternato** (vedi fig.93), dal piedino d'uscita preleveremo delle sinusoidi amplificate **invertite** di polarità.

ALIMENTAZIONE SINGOLA

Per alimentare un operazionale con una tensione **singola**, dovremo alimentare i due piedini d'ingresso **+** e **–** con una tensione che risulti esattamente la **metà** di quella di alimentazione.

Per ottenere questa **metà** tensione è sufficiente collegare tra il **positivo** e la **massa** di alimentazione due resistenze poste in **serie** da **10.000 ohm** (ve-

INGRESSO “NON INVERTENTE” CON ALIMENTAZIONE DUALE

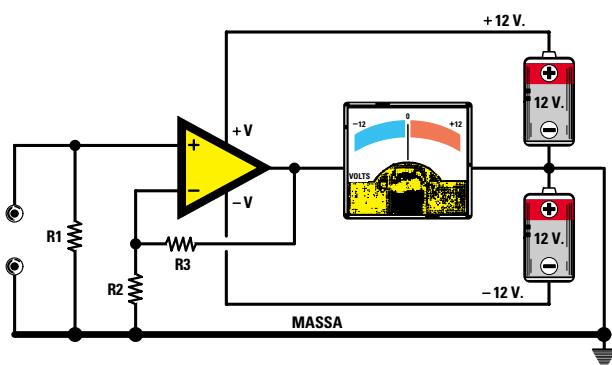



Fig.83 Schema elettrico di uno stadio amplificatore che utilizza l’ingresso NON INVERTENTE.
Il voltmetro con 0 centrale collegato all’uscita ci permetterà di vedere come varia la tensione su questo terminale.

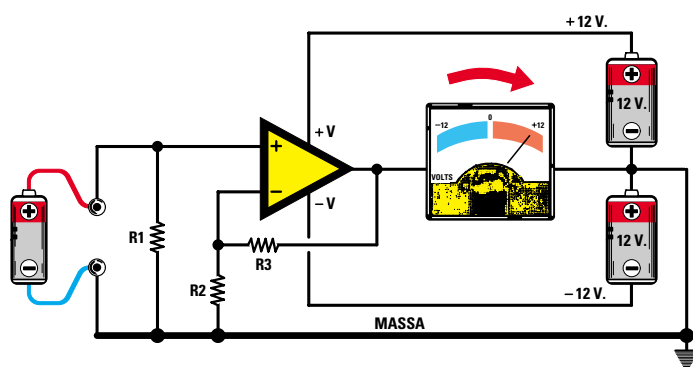



Fig.84 Se all’ingresso NON INVERTENTE colleghiamo una tensione Positiva prelevata da una pila, vedremo la lancetta dello strumento voltmetro deviare bruscamente verso i 12 volt Positivi di alimentazione.

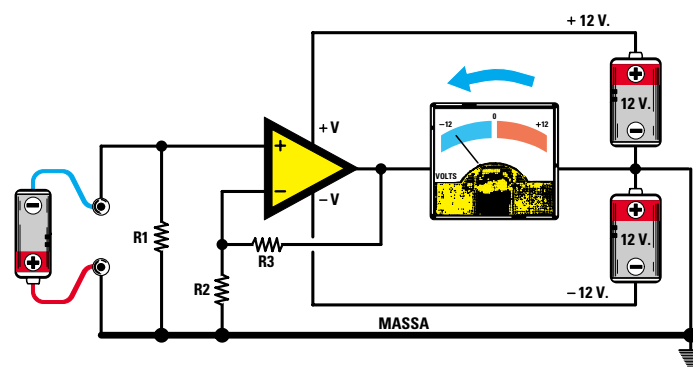



Fig.85 Se all’ingresso NON INVERTENTE colleghiamo la tensione Negativa prelevata da una pila, vedremo la lancetta dello strumento voltmetro deviare in senso opposto, cioè verso i 12 volt Negativi di alimentazione.

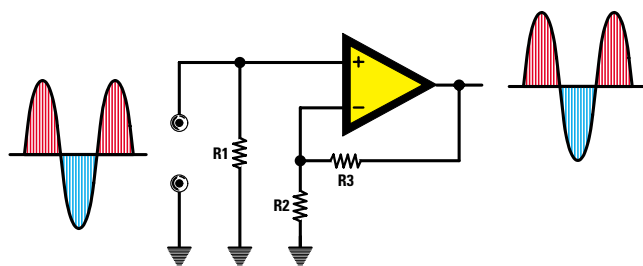



Fig.86 Se sull’ingresso NON INVERTENTE applichiamo un segnale alternato, dall’uscita preleveremo delle sinusoidi amplificate NON INVERTITE.

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

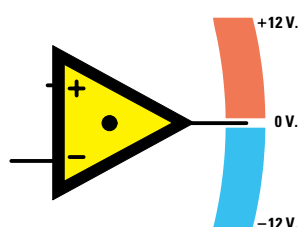



Fig.87 Con il triangolo orientato con il terminale di uscita in posizione orizzontale, possiamo vedere come varia la tensione in uscita applicando una tensione positiva o negativa sull'ingresso "–".

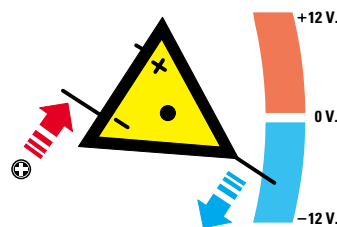



Fig.88 Se sull'ingresso "–" applichiamo una tensione positiva (vedi freccia rossa rivolta verso l'alto), vedremo subito la punta del triangolo deviare verso la massima tensione negativa dei 12 volt di alimentazione.

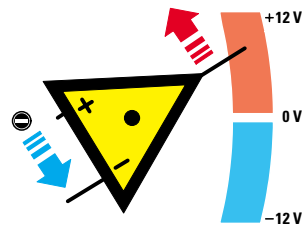



Fig.89 Se sull'ingresso "–" applichiamo una tensione negativa (vedi freccia blu rivolta verso il basso), vedremo subito la punta del triangolo deviare verso la massima tensione positiva di 12 volt di alimentazione.

di figg.94-98) e poi utilizzare la giunzione **centrale** delle due resistenze **R4-R5** come **massa fittizia** per collegare le resistenze d'**ingresso**.

Se alimentiamo l'operazionale con una tensione singola di **12 volt** e poi colleghiamo un **tester** sul punto di giunzione tra le due resistenze **R4-R5** e i due estremi della pila da **12 volt**, da un lato leggeremo **6 volt positivi** e dal lato opposto **6 volt negativi**, quindi otterremo artificialmente una tensione **duale** di **+6-6 volt**.

INGRESSO con il simbolo + per una alimentazione SINGOLA

Se passiamo allo schema elettrico di fig.94 alimentato da una **sola** pila da **12 volt** (tensione **singola**) e lo confrontiamo con lo schema elettrico di fig.83 alimentato da **due** pile da **12 volt** (tensione **duale**), non noteremo alcuna differenza:

- sul piedino d'uscita abbiamo applicato un **voltmetro** con **0 centrale**;
- sul piedino d'ingresso **non invertente +** abbiamo applicato la resistenza **R1** verso la **massa fittizia**;
- sull'opposto ingresso **invertente –** abbiamo applicato la resistenza **R2** sempre verso la **massa fittizia** e la resistenza **R3** sempre tra questo piedino e quello d'**uscita**.

Se sull'ingresso **+** non viene applicata nessuna tensione (vedi fig.94), la **lancetta** del voltmetro rimane immobile sul **centro** scala, perchè sul terminale d'uscita è presente una tensione di **0 volt** rispetto alla **massa fittizia**.

Se sull'ingresso **+** viene applicata una tensione **positiva** (vedi fig.95), la lancetta del voltmetro devia verso i **6 volt positivi** di alimentazione.

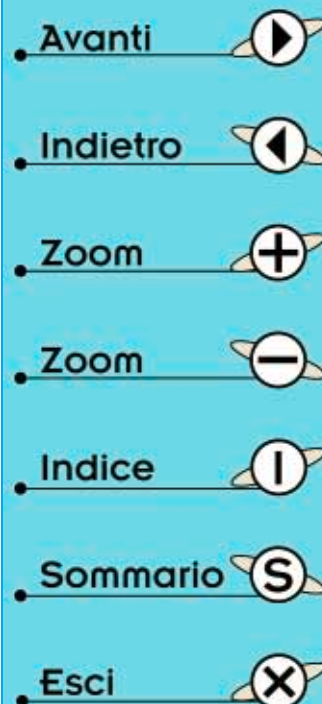
Se sull'ingresso **+** viene applicata una tensione **negativa** (vedi fig.96), la lancetta del voltmetro devia verso i **6 volt negativi** di alimentazione.

Applicando sull'ingresso **+** un segnale **alternato** (vedi fig.97), sul piedino d'uscita sarà presente una sinusoide **non invertita** di polarità.

Importante = Se il voltmetro venisse applicato tra il terminale d'uscita e la **massa**, vale a dire dove risulta applicato il **negativo** della pila dei **12 volt**, leggeremmo **metà** tensione, cioè **6 volt**.

INGRESSO con il simbolo – per una alimentazione SINGOLA

Se passiamo allo schema elettrico di fig.98 alimentato da una **sola** pila da **12 volt** e lo confrontiamo con lo schema elettrico di fig.90 alimentato da **due** pile da **12 volt** (tensione **duale**), anche in questo caso non noteremo alcuna differenza:

- sul piedino d'uscita abbiamo nuovamente applicato un **voltmetro** con **0 centrale**;
- il piedino d'ingresso **non invertente +** l'abbiamo collegato alla **massa fittizia** senza la **R1**;
- l'opposto ingresso **invertente –** l'abbiamo collegato sulla boccola **entrata segnale** tramite la resistenza **R2**, lasciando sempre la resistenza **R3** tra questo piedino e quello d'**uscita**.

INGRESSO “INVERTENTE” CON ALIMENTAZIONE DUALE

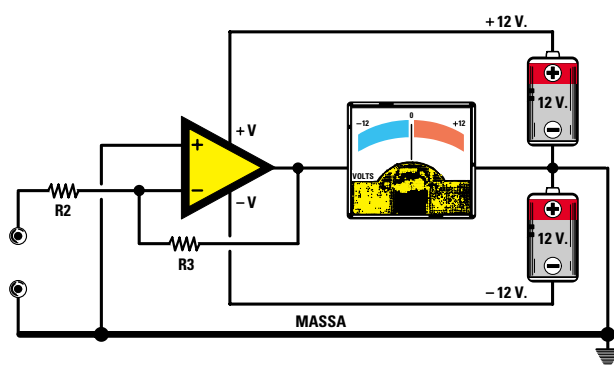



Fig.90 Schema elettrico di uno stadio amplificatore alimentato con una tensione duale che utilizza l’ingresso INVERTENTE.
Il voltmetro con 0 centrale applicato sull’uscita, ci indicherà la polarità della tensione.

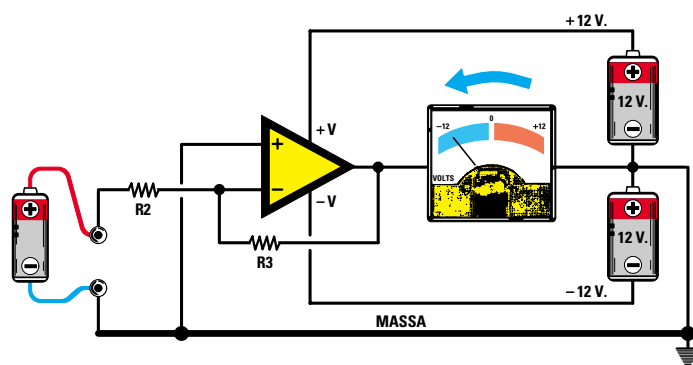



Fig.91 Se all’ingresso INVERTENTE colleghiamo una tensione positiva prelevata da una pila, vedremo la lancetta dello strumento voltmetro deviare bruscamente verso i 12 volt Negativi della tensione di alimentazione.

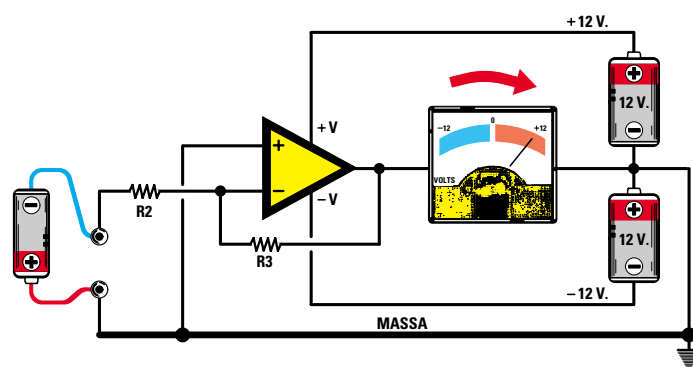



Fig.92 Se all’ingresso INVERTENTE colleghiamo la tensione Negativa prelevata da una pila, vedremo la lancetta del voltmetro deviare in senso opposto, cioè verso i 12 volt Positivi della tensione di alimentazione.

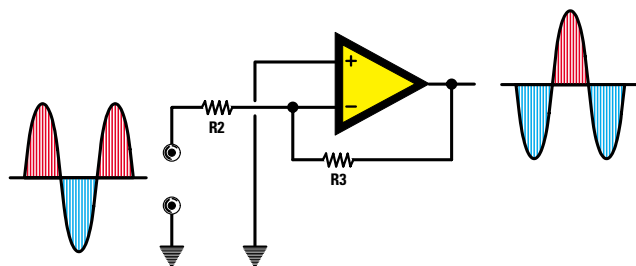



Fig.93 Se sull’ingresso INVERTENTE applichiamo un segnale alternato, dall’uscita preleveremo delle sinusoidi amplificate, ma INVERTITE di polarità.

INGRESSO "NON INVERTENTE" CON ALIMENTAZIONE SINGOLA

Fig.94 Schema elettrico di uno stadio amplificatore alimentato con una tensione SINGOLA che utilizza l'ingresso NON INVERTENTE. Le due resistenze R4-R5 da 10.000 ohm servono per creare una "massa fittizia".

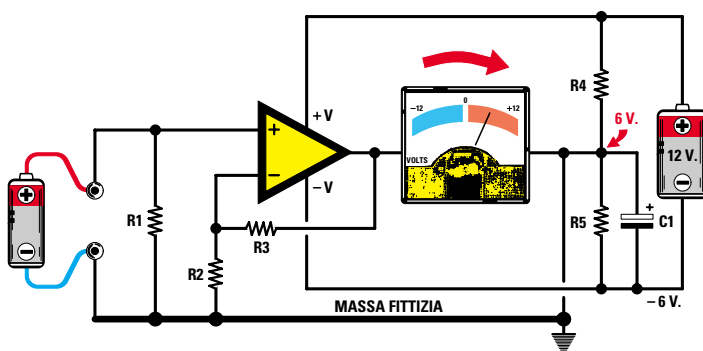



Fig.95 Se all'ingresso NON INVERTENTE colleghiamo una tensione Positiva, la lancetta del voltmetro devierà verso un massimo di 6 volt Positivi, corrispondenti all'esatta metà della tensione di alimentazione.

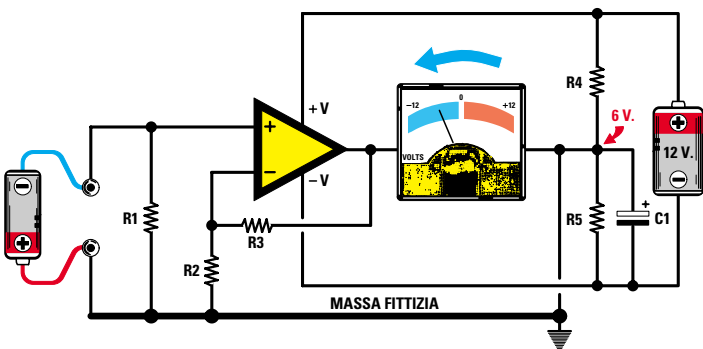
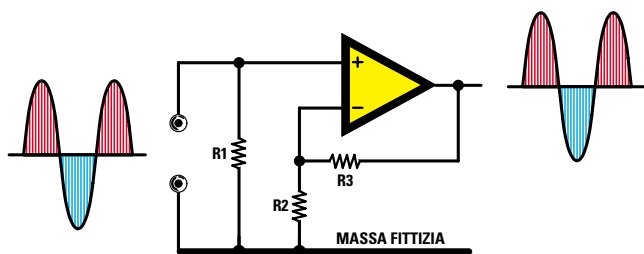



Fig.96 Se all'ingresso NON INVERTENTE colleghiamo una tensione Negativa, la lancetta del voltmetro devierà verso un massimo di 6 volt Negativi, corrispondenti all'esatta metà della tensione di alimentazione.

Fig.97 Se sull'ingresso NON INVERTENTE applichiamo un segnale alternato, dall'uscita preleveremo delle sinusoidi amplificate NON INVERTITE.

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

INGRESSO “INVERTENTE” CON ALIMENTAZIONE SINGOLA

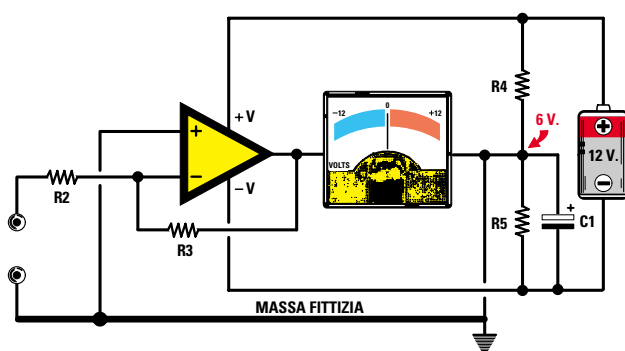



Fig.98 Schema elettrico di uno stadio amplificatore alimentato con una tensione SINGOLA che utilizza l’ingresso INVERTENTE. Le due resistenze R4-R5 da 10.000 ohm servono per creare una “massa fittizia”.

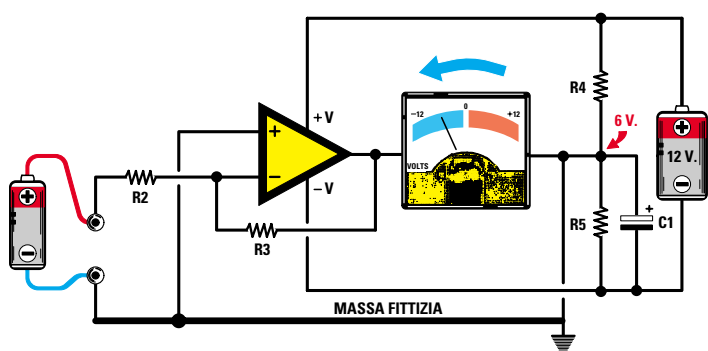



Fig.99 Se all’ingresso INVERTENTE colleghiamo una tensione Positiva, vedremo la lancetta del voltmetro deviare verso un massimo di 6 volt Negativi, corrispondenti all’esatta metà della tensione di alimentazione.

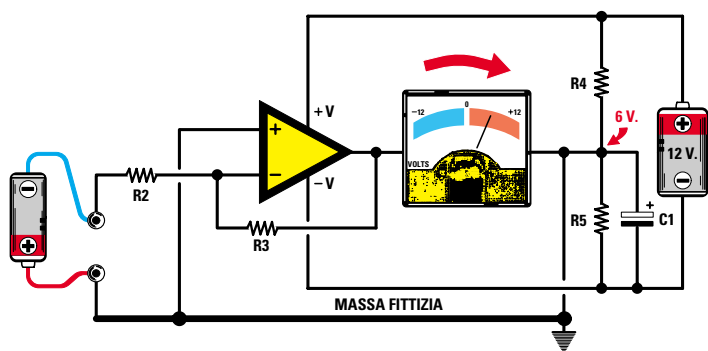



Fig.100 Se all’ingresso INVERTENTE colleghiamo una tensione Negativa, la lancetta del voltmetro devierà verso un massimo di 6 volt Positivi, corrispondenti all’esatta metà della tensione di alimentazione.

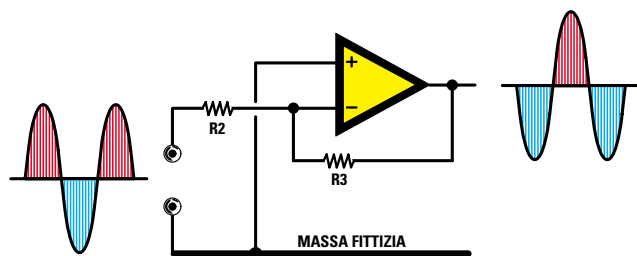



Fig.101 Se sull’ingresso INVERTENTE applichiamo un segnale alternato, dall’uscita preleveremo delle sinusoidi amplificate INVERTITE di polarità.

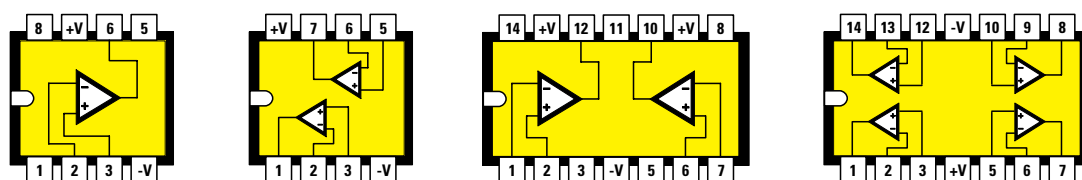



Fig.102 All’interno di un integrato tipo uA.741-TL.081- LM.141-LM.748 risulta inserito un solo operazionale, all’interno di un integrato tipo uA.747-TL.082 ne sono inseriti due, mentre in un integrato tipo LM.324-TL.084 ne sono inseriti quattro. Nel disegno le connessioni dello zoccolo viste da sopra, con la tacca di riferimento a forma di U rivolta verso sinistra. I due piedini di alimentazione sono siglati +V e –V.

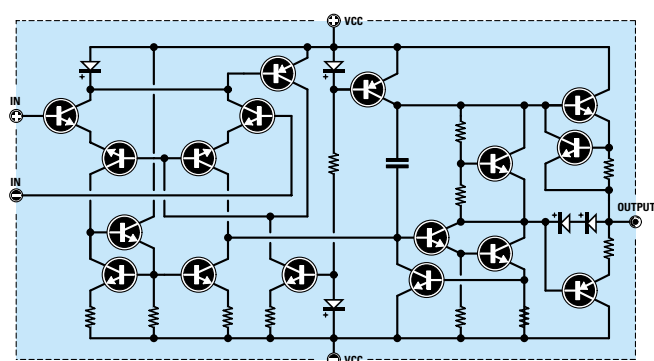
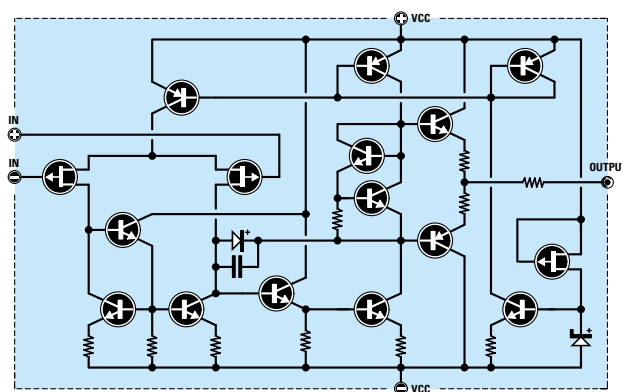
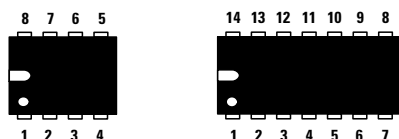



Fig.103 Schema elettrico di un operazionale con ingresso a transistor, esempio uA.741.

Fig.104 Schema elettrico di un operazionale con ingresso a fet, esempio TL.081.

VISTO DA SOPRA

VISTO DA SOTTO

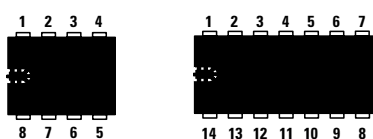



Fig.105 La tacca di riferimento a forma di U presente sul corpo dell’integrato ci permette di individuare il piedino 1. In sostituzione di questa U possiamo trovare un piccolo “punto” in prossimità del piedino 1. Sulla sinistra, la disposizione dei piedini osservando l’integrato da sopra e, a destra, la disposizione dei piedini osservandolo da sotto.

Se sull'ingresso **–** non viene applicata nessuna tensione (vedi fig.98), la **lancetta** del voltmetro rimane immobile sul **centro** scala perchè sul terminale d'uscita è presente una tensione di **0 volt** rispetto alla **massa fittizia**.

Se sull'ingresso **–** viene applicata una tensione **positiva** (vedi fig.99), la lancetta del voltmetro devia verso i **6 volt negativi** di alimentazione.

Se sull'ingresso **–** viene applicata una tensione **negativa** (vedi fig.100), la lancetta del voltmetro devia verso i **6 volt positivi** di alimentazione.

Applicando sull'ingresso **–** un segnale **alternato** (vedi fig.101), sul piedino d'uscita sarà presente una sinusoide **invertita** di polarità.

I VANTAGGI di un OPERAZIONALE

Gli amplificatori operazionali presentano molti vantaggi rispetto ai transistor ed ai fet.

Guadagno = Variando il valore ohmico di una **sola** resistenza è possibile modificare il **guadagno**.
In funzione delle nostre esigenze potremo prefissare un guadagno di **2-5-10-20-100 volte** ed avere la certezza che questo rimarrà costante anche se varierà la tensione di alimentazione.
Ammesso di avere prefissato un guadagno di **25 volte**, l'operazionale amplificherà qualsiasi segnale applicato su uno dei due ingressi per **25 volte**, sia che venga alimentato con una tensione **duale** di **9+9 - 12+12 - 15+15 - 20+20 volt** che con una tensione **singola** di **9 -12 - 15- 20 volt**.

ALTA impedenza d'ingresso = Tutti gli operazionali hanno una **elevata** impedenza d'ingresso e questo consente di poterli collegare ad una qualsiasi **sorgente** senza che si verifichi alcuna attenuazione del segnale.

BASSA impedenza d'uscita = Tutti gli operazionali hanno una **bassa** impedenza d'uscita e questo consente di poterli collegare all'ingresso dello stadio successivo senza nessun problema nè di adattamento nè di attenuazione.

AMPIA banda PASSANTE = Un operazionale è in grado di preamplificare un segnale **BF** da **0 Hz** fino ed oltre i **100.000 Hz**, quindi risulta molto valido per realizzare degli stadi preamplificatori **Hi-Fi**.

Il segnale da preamplificare può essere applicato indifferentemente sia sull'ingresso **non invertente** che sull'ingresso **invertente**.

Applicando il segnale sull'ingresso **non invertente**, sull'uscita preleveremo un segnale con le semionde **positive** e **negative** perfettamente in **fase** con il segnale d'ingresso (vedi figg.86-97).

Applicando il segnale sull'ingresso **invertente**, sull'uscita preleveremo un segnale le cui semionde **positive** e **negative** risulteranno in **opposizione** di **fase** rispetto al segnale applicato sul terminale d'ingresso (vedi figg.93-101).

PREAMPLIFICATORE in CONTINUA alimentato con una tensione DUALE che utilizza l'ingresso NON INVERTENTE

In fig.106 riportiamo lo schema elettrico di un preamplificatore per tensioni **continue** o **alternate** che utilizza l'ingresso **non invertente**.

Variando il valore delle resistenze **R2-R3** è possibile modificare il **guadagno** e la formula per ricavarlo è molto semplice:

guadagno = (R3 : R2) + 1

Conoscendo il valore della **R3** e sapendo di quante **volte** vogliamo amplificare un segnale, potremo calcolare il valore della resistenza **R2** eseguendo questa semplice operazione:

valore di R2 = R3 : (guadagno – 1)

Conoscendo il valore della **R2** e sapendo di quante **volte** vogliamo amplificare un segnale, potremo calcolare il valore della resistenza **R3** eseguendo questa semplice operazione:

valore di R3 = R2 x (guadagno – 1)

ESEMPIO

In uno schema di preamplificatore che utilizza l'ingresso **non invertente** troviamo riportati i seguenti valori:

R3 = 100.000 ohm
R2 = 10.000 ohm

In un secondo schema di preamplificatore troviamo invece questi due diversi valori:

R3 = 220.000 ohm
R2 = 22.000 ohm

quindi vorremmo sapere quale dei due preamplificatori **guadagna** di più.

Soluzione = Utilizzando la formula per il calcolo

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

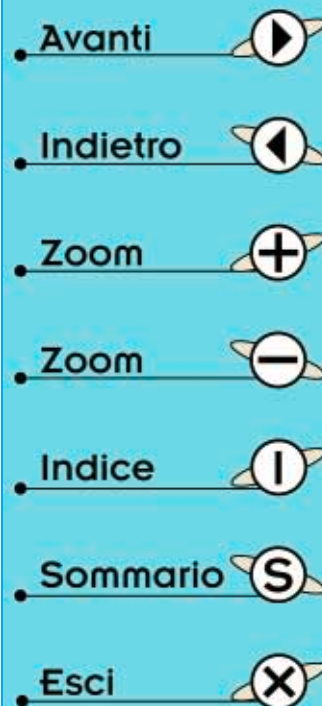
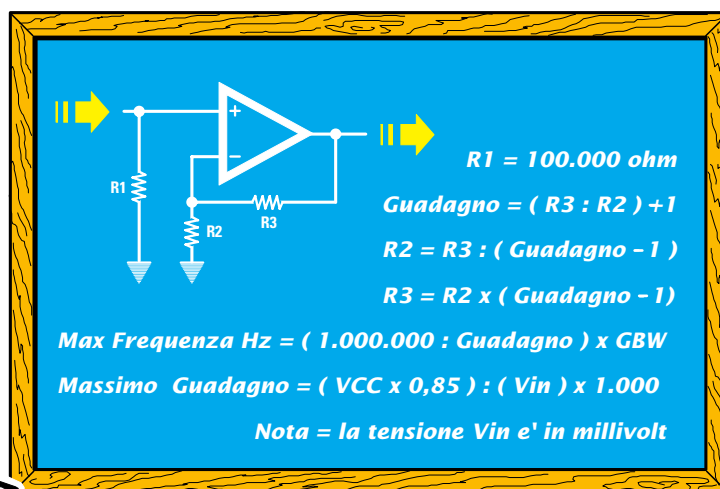



Fig.106 Schema e formule di un amplificatore che utilizza l'ingresso NON INVERTENTE.

del **guadagno** ricaveremo questi valori:

1° schema
(100.000 : 10.000) + 1 = 11 volte

2° schema
(220.000 : 22.000) + 1 = 11 volte

Come avrete notato, pur variando il valore delle resistenze **R3-R2**, il **guadagno** non cambia.

ESEMPIO

In un circuito con ingresso **non invertente** calcolato per amplificare il segnale di **15 volte** si è **bruciata** la resistenza **R3**; poichè non riusciamo a leggere il suo esatto valore lo vorremmo calcolare.

Soluzione = Per calcolare il valore della resistenza **R3** dovremo necessariamente conoscere il valore della **R2** e ammesso che questo risulti di **3.300 ohm** potremo usare la formula:

valore di R3 = R2 x (guadagno – 1)

Inserendo i dati in nostro possesso otterremo:

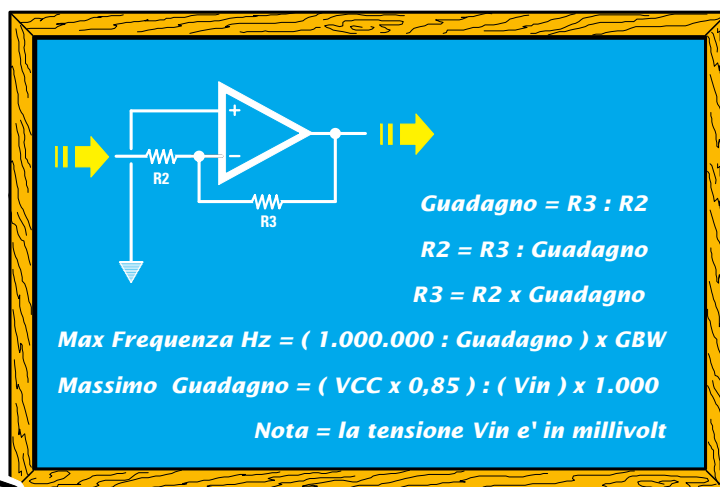
3.300 x (15 – 1) = 46.200 ohm

Poichè questo valore **non** è standard, sicuramente la **R3** doveva risultare di **47.000 ohm**.

Con **47.000 ohm** otterremo un **guadagno** di:

(47.000 : 3.300) + 1 = 15,24 volte

Poichè tutte le resistenze hanno una **tolleranza +/-** di un **5%**, non è da escludere che l'effettivo **guadagno** che otterremo oscilli da un minimo di **14,5 volte** fino ad un massimo di **15,9 volte**.

Fig.107 Schema e formule per un amplificatore che utilizza l'ingresso INVERTENTE.

PREAMPLIFICATORE in CONTINUA alimentato con una tensione SINGOLA che utilizza l'ingresso NON INVERTENTE

Se volessimo alimentare il preamplificatore presentato in fig.106 con una tensione **singola**, dovremmo modificarlo così come illustrato in fig.94.
In pratica, dovremo solo aggiungere due resistenze da **10.000 ohm** (vedi **R4-R5**), più un condensatore elettrolitico da **10** o **47 microfarad**.
La resistenza **R2** collegata all'opposto piedino **invertente** non andrà più collegata a **massa**, cioè al **negativo** della pila di alimentazione, ma al filo che parte dalla giunzione delle due resistenze **R4-R5**, cioè dalla **massa fittizia**.

Anche in questo schema per variare il **guadagno** useremo la stessa formula:

guadagno = (R3 : R2) + 1

In tutte le formule riportate è possibile inserire il valore delle due resistenze **R3-R2** espresso in **ohm** oppure in **kiloohm**.

PREAMPLIFICATORE in CONTINUA alimentato con una tensione DUALE che utilizza l'ingresso INVERTENTE

In fig.107 riportiamo lo schema elettrico di un preamplificatore per tensioni **continue** o **alternate** che utilizza l'ingresso **invertente**.

Anche in questo schema per variare il **guadagno** occorre solo modificare il valore di una delle resistenze **R3-R2** utilizzando questa diversa formula:

guadagno = R3 : R2

Conoscendo il valore della **R3** e sapendo di quante **volte** vogliamo amplificare un segnale, potremo calcolare il valore della resistenza **R2** eseguendo questa semplice operazione:

valore di R2 = R3 : guadagno

Conoscendo il valore della **R2** potremo calcolare il valore della resistenza **R3** eseguendo questa operazione:

valore di R3 = R2 x guadagno

ESEMPIO

Vogliamo realizzare uno stadio preamplificatore con **ingresso invertente** che amplifichi un segnale di **100 volte**, quindi vorremmo sapere quali valori utilizzare per le due resistenze **R3-R2**.

Soluzione = Come prima operazione dovremo scegliere il valore della resistenza **R2** e, ammesso che sia **4.700 ohm**, potremo ricavare il valore della resistenza **R3** con la formula:

valore di R3 = R2 x guadagno

quindi otterremo un valore di:

4.700 x 100 = 470.000 ohm

Anzichè scegliere il valore della resistenza **R2**, potremo scegliere quello della resistenza **R3** e poi calcolare il valore della **R2**.
Ammesso di scegliere per **R3** un valore di **680.000 ohm**, per amplificare un segnale di **100 volte** dovremo utilizzare per la **R2** un valore di:

680.000 : 100 = 6.800 ohm

ESEMPIO

In un circuito preamplificatore che utilizza l'ingresso **invertente** troviamo i seguenti valori:

R2 = 39.000 ohm
R3 = 560.000 ohm

quindi vorremmo conoscere di quante **volte** verrà amplificato il segnale applicato sul suo ingresso.

Soluzione = Per ricavare il **guadagno** di questo stadio preamplificatore useremo la formula:

guadagno = R3 : R2

inserendo i nostri dati otterremo:

560.000 : 39.000 = 14,35 volte

Considerando che tutte le resistenze hanno una **tolleranza**, possiamo affermare che questo stadio amplificherà un segnale da **13,5** a **15 volte**.

PREAMPLIFICATORE in CONTINUA alimentato con una tensione SINGOLA che utilizza l'ingresso INVERTENTE

Se desideriamo alimentare il preamplificatore presentato in fig.107 con una tensione **singola**, lo dobbiamo modificare così come illustrato in fig.98.
In pratica dovremo solo aggiungere due resistenze da **10.000 ohm** (vedi **R4-R5**) più un condensatore elettrolitico da **10** o **47 microfarad**.

L'opposto piedino **non invertente** non deve essere collegato a **massa**, cioè al **negativo** della pila di alimentazione, ma sulla giunzione delle due resistenze **R4-R5**, cioè sulla **massa fittizia**.

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

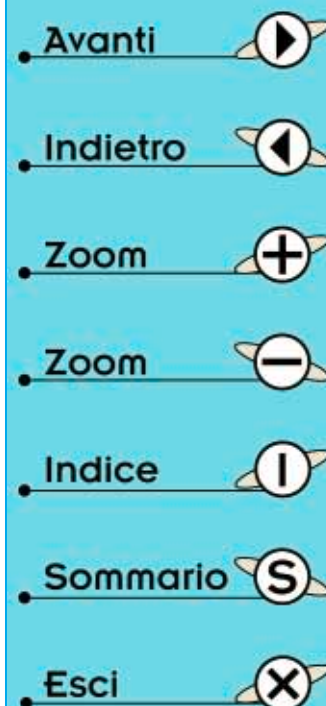
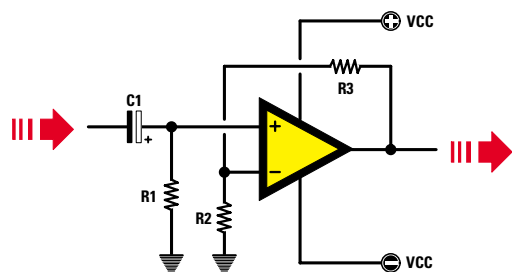



Fig.108 Schema di un amplificatore in ALTERNATA alimentato con una tensione Duale che utilizza l'ingresso NON INVERTENTE. In questo schema le due resistenze R1-R2 vengono collegate a Massa.

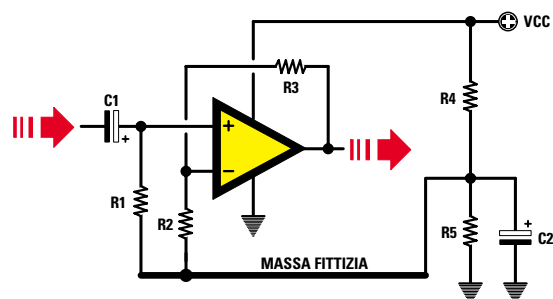



Fig.109 Schema di un amplificatore in ALTERNATA alimentato con una tensione Singola che utilizza l'ingresso NON INVERTENTE. Le due resistenze R1-R2 vanno collegate alla Massa fittizia.

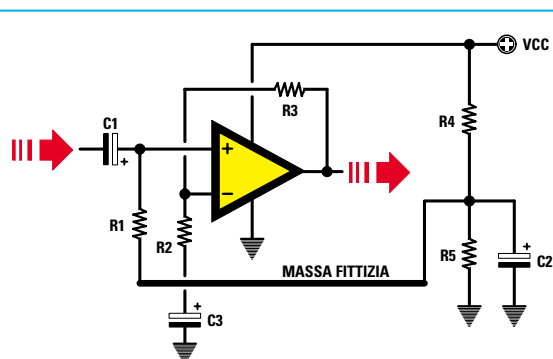



Fig.110 Per collegare a massa la resistenza R2 dovremo collegarle in serie un condensatore elettrolitico da 4,7 microF. La resistenza R1 deve essere collegata sempre alla Massa fittizia.

Anche in questo schema per variare il **guadagno** useremo la stessa formula:

guadagno = R3 : R2

Conoscendo il valore della **R3** e sapendo di quante **volte** vogliamo amplificare un segnale, potremo calcolare il valore della **R2** svolgendo questa semplice operazione:

valore di R2 = R3 : guadagno

PREAMPLIFICATORE in ALTERNATA alimentato con una tensione DUALE che utilizza l'ingresso NON INVERTENTE

Nei precedenti preamplificatori potevamo applicare sugli **ingressi** sia una tensione **continua** che **alternata**, ma se volessimo realizzare uno stadio amplificatore per **soli** segnali **alternati** dovremo apportare delle piccole modifiche allo schema.

In fig.108 riportiamo lo schema elettrico di un preamplificatore per sole tensioni **alternate** che utilizza l'ingresso **non invertente**.

L'unica differenza che è possibile notare rispetto ad uno schema accoppiato in **continua** è quella di trovare sull'ingresso un condensatore elettrolitico da **4,7 microfarad** (vedi **C1**) con il terminale **negativo** rivolto verso l'ingresso segnale.

Per variare il **guadagno** dovremo sempre agire sul valore delle resistenze **R3-R2** e la formula da utilizzare è sempre la stessa, cioè:

guadagno = (R3 : R2) + 1

PREAMPLIFICATORE in ALTERNATA alimentato con una tensione SINGOLA che utilizza l'ingresso NON INVERTENTE

Per alimentare il preamplificatore di fig.108 con una tensione **singola** dovremo modificare lo schema così come illustrato in fig.109.
In pratica, dovremo solo aggiungere due resistenze da **10.000 ohm** (vedi **R4-R5**) più un condensatore elettrolitico da **10** o **47 microfarad**.

La resistenza **R1** collegata all'ingresso **non invertente** e la resistenza **R2** collegata all'opposto piedino **invertente** non dovranno più essere collegate a **massa**, bensì sulla giunzione delle due resistenze **R4-R5**.

Anche in questo schema per variare il **guadagno** useremo la stessa formula:

guadagno = (R3 : R2) + 1

Se volessimo collegare a **massa** la resistenza **R2** come visibile in fig.110, dovremo collegare in **serie** un condensatore elettrolitico (vedi **C3**).
La capacità di questo condensatore va calcolata in funzione del valore della **R2** e della **frequenza minima** che desideriamo amplificare.
Per ricavare la **capacità** di questo condensatore si potrà utilizzare questa formula:

microfarad C3 = 159.000 : (R2 x Hertz)

Per realizzare dei preamplificatori **Hi-Fi** si sceglie normalmente una frequenza minima **15 Hertz**.

ESEMPIO

Vogliamo realizzare lo schema di fig.110 e poichè il valore della **R2** è di **3.300 ohm** vorremmo sapere quale capacità scegliere per il condensatore elettrolitico **C3**.

Soluzione = Poichè vogliamo preamplificare anche le frequenze più **basse** dei **15 Hertz** dovremo utilizzare una capacità di:

159.000 : (3.300 x 15) = 3,21 microfarad

Poichè questo valore non è standard prenderemo un valore maggiore, cioè **4,7 microfarad** e, per sapere quale frequenza **minima** riusciremo a preamplificare, useremo la formula:

Hertz = 159.000 : (R2 x microfarad)

Quindi con **4,7 microfarad** riusciremo ad amplificare fino ad una frequenza **minima** di:

159.000 : (3.300 x 4,7) = 10,25 Hertz

Se il valore della resistenza **R2** fosse di **10.000 ohm** dovremmo usare una **capacità** di:

159.000 : (10.000 x 15) = 1 microfarad

Poichè tutti i condensatori elettrolitici hanno delle elevate **tolleranze** conviene scegliere una capacità **maggiore**, ad esempio **2 microfarad**.

PREAMPLIFICATORE in ALTERNATA alimentato con una tensione DUALE che utilizza l'ingresso INVERTENTE

In fig.111 riportiamo lo schema elettrico di un preamplificatore per soli segnali **alternati** che utilizza l'ingresso **invertente**.

Anche in questo schema per variare il **guadagno** occorre solo modificare il valore delle resistenze

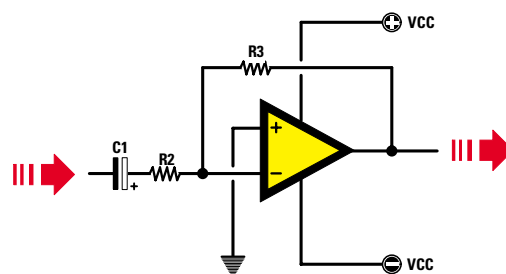



Fig.111 Schema di un amplificatore in ALTERNATA alimentato con una tensione Duale che utilizza l'ingresso INVERTENTE. L'opposto l'ingresso "non invertente" viene collegato direttamente a massa.

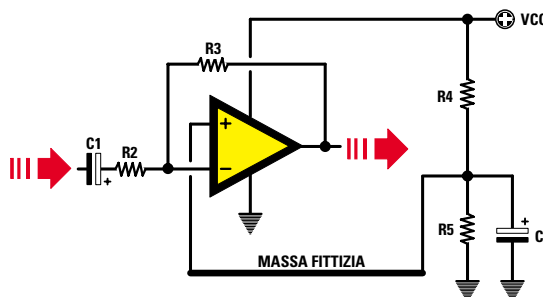



Fig.112 Schema di un amplificatore in ALTERNATA alimentato con una tensione Singola che utilizza l'ingresso INVERTENTE. L'opposto ingresso "non invertente" deve essere collegato alla Massa fittizia.

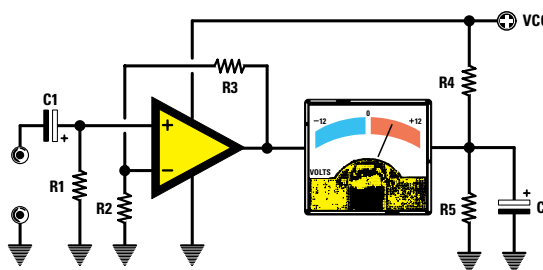



Fig.113 Se alimentando l'operazionale con una tensione Singola non collegheremo alla Massa fittizia le R1-R2, sul terminale d'uscita ci ritroveremo con una tensione pari alla metà di quella di alimentazione.

R3-R2 utilizzando questa formula:

guadagno = R3 : R2

Conoscendo il valore della **R3** e sapendo di quante **volte** vogliamo amplificare un segnale, potremo calcolare il valore della **R2**:

valore di R2 = R3 : guadagno

Conoscendo il valore della **R2** e sapendo di quante **volte** vogliamo amplificare un segnale, potremo calcolare il valore della **R3**:

valore di R3 = R2 x guadagno

ESEMPIO

Vogliamo realizzare uno stadio che amplifichi un segnale di **100 volte**, quindi vorremmo conoscere che valore utilizzare per le due resistenze **R2-R3**.

Soluzione = Come prima operazione dovremo scegliere il valore della resistenza **R2** e, ammesso che esso sia di **4.700 ohm**, potremo ricavare il valore della resistenza **R3** utilizzando la formula:

valore di R3 = R2 x guadagno

quindi per **R3** dovremo usare un valore di:

4.700 x 100 = 470.000 ohm

Volendo, potremo anche scegliere il valore della **R3** e poi calcolare il valore della **R2**.
Ammesso di scegliere per **R3** un valore di **680.000 ohm**, dovremo utilizzare per la **R2** un valore di:

680.000 : 100 = 6.800 ohm

ESEMPIO

In un circuito preamplificatore che utilizza l'ingresso **invertente** troviamo questi valori:

R2 = 39.000 ohm
R3 = 560.000 ohm

quindi vorremmo conoscere di quante **volte** verrà amplificato il segnale applicato sul suo ingresso.

Soluzione = Per ricavare il **guadagno** di questo stadio preamplificatore useremo la formula:

guadagno = R3 : R2

inserendo i nostri dati otterremo:

560.000 : 39.000 = 14,35 volte

Considerando che tutte le resistenze hanno una **tolleranza**, possiamo affermare che questo stadio amplificherà un segnale di **13,5-15 volte**.

PREAMPLIFICATORE in ALTERNATA alimentato con una tensione SINGOLA che utilizza l'ingresso INVERTENTE

Per alimentare il preamplificatore di fig.111 con una tensione **singola** è necessario modificare il circuito così come illustrato in fig.112.
In pratica dovremo solo aggiungere due resistenze da **10.000 ohm** (vedi **R4-R5**), più un condensatore elettrolitico da **10** o **47 microfarad**.

L'opposto piedino **non invertente** non andrà più collegato a **massa**, ma sul filo che parte dalla giunzione delle due resistenze **R4-R5**.

Per variare il **guadagno** useremo la stessa formula utilizzata per lo schema di fig.111:

guadagno = R3 : R2

Conoscendo il valore della **R3** e sapendo di quante **volte** vogliamo amplificare un segnale, potremo calcolare il valore della **R2** con questa semplice operazione:

valore di R2 = R3 : guadagno

Conoscendo il valore della **R2** e sapendo di quante **volte** vogliamo amplificare un segnale, potremo calcolare il valore della **R3**:

valore di R3 = R2 x guadagno

I VANTAGGI di un amplificatore accoppiato in ALTERNATA

Non applicando sui due ingressi nessuna tensione (vedi figg.83-90), in teoria sul piedino d'uscita dovrebbe essere presente una tensione di **0 volt** ma, a causa delle **tolleranze** di costruzione, su questo piedino potrebbe essere presente una tensione **positiva** oppure **negativa** di pochi **millivolt** in grado di saturare lo stadio successivo.
Se prendiamo in considerazione lo schema di fig.114, ammesso che sul piedino d'uscita del **primo** operazionale risulti presente una tensione di **0,03 volt positivi**, in **assenza** di segnale questa tensione, entrando nel piedino d'ingresso del **secondo** operazionale accoppiato in **continua**, verrà amplificata, quindi in **assenza** di segnale sul suo piedino d'uscita ci ritroveremo una tensione positiva di diversi **volt**.

Ammesso che le **R2-R3** del secondo operazionale

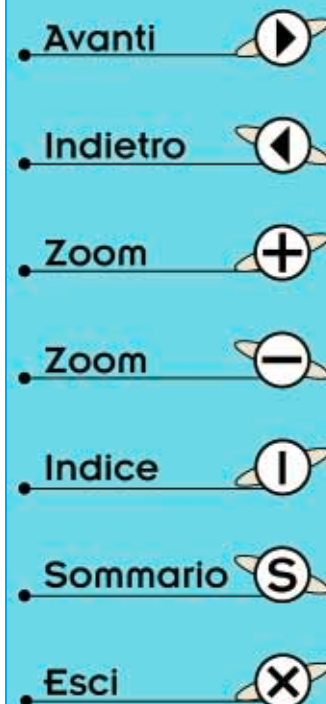
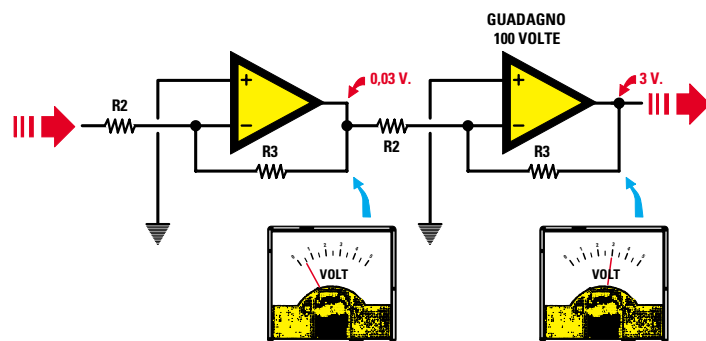



Fig.114 Se sull'uscita del primo operazionale fosse presente una tensione residua di 0,03 volt, questa entrando nel secondo operazionale calcolato per un guadagno di 100 volte, fornirà sull'uscita di quest'ultimo una tensione positiva o negativa di 3 volt.

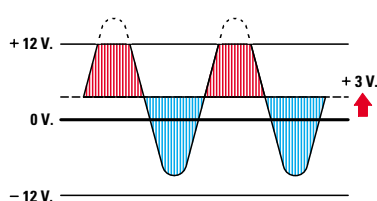



Fig.115 Se sull'uscita del secondo stadio fossero presenti 3 volt positivi, amplificando un segnale alternato ci ritroveremo con tutte le semionde positive tosate.

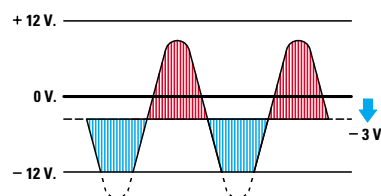



Fig.116 Se sull'uscita del secondo stadio fossero presenti 3 volt negativi, amplificando un segnale alternato ci ritroveremo con tutte le semionde negative tosate.

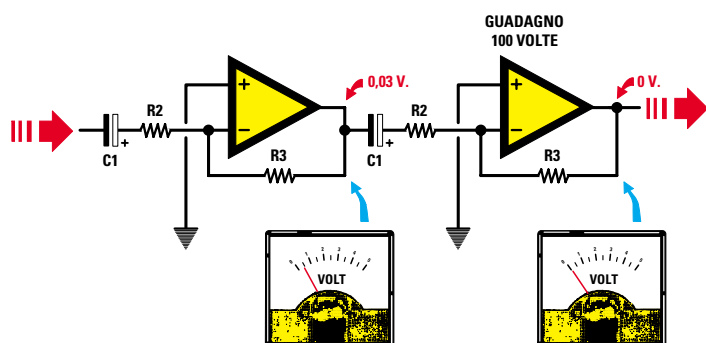



Fig.117 Se accoppiamo i due stadi in alternata, interponendo un condensatore elettrolitico tra l'uscita del primo e l'ingresso del secondo, questo non lascerà passare nessuna tensione continua quindi sull'uscita del secondo stadio otterremo una tensione di 0 volt.

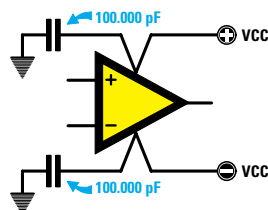



Fig.118 Per evitare autoscillazioni dovremo collegare tra i due piedini di alimentazione e la Massa un condensatore poliestere o ceramico da 47.000 o 100.000 pF.

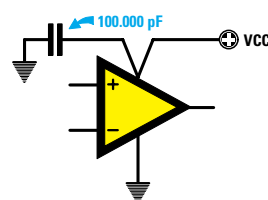



Fig.119 Se l'operazionale viene alimentato da una tensione Singola useremo un solo condensatore da 47.000 o 100.000 pF, che collegheremo tra i piedini di alimentazione.

risultino calcolate per amplificare una tensione di **100 volte**, sull'uscita ci ritroveremo con una tensione **continua** di:

0,03 x 100 = 3 volt positivi

Con una tensione così elevata potremo correre il rischio di **tosare** tutte le **semionde positive** amplificate (vedi fig.115).

Nota = Questa tensione, chiamata di **offset**, potrebbe risultare anche **negativa** (vedi fig.116).

Se l'accoppiamento tra i due stadi viene fatto in **alternata** interponendo tra l'**uscita** del primo operazionale e l'**ingresso** del secondo operazionale un condensatore (vedi fig.117), questo **non** lascerà passare nessuna tensione continua, pertanto, in **assenza** di segnale, sull'uscita del secondo operazionale ci ritroveremo con una tensione di **0 volt** o al massimo di **0,03 volt** che risulta insignificante.

LA BANDA PASSANTE

Nei preamplificatori per segnali **audio** conviene sempre limitare la **banda passante** sulle frequenze più **alte** per evitare di amplificare frequenze **ultrasoniche** e anche per evitare che l'operazionale possa **autoscillare** su frequenze che il nostro orecchio non può udire.

Poichè il nostro orecchio riesce a percepire una frequenza massima di circa **20 kilohertz**, potremo limitare la **banda passante** sui **30 kilohertz** e per ottenere questa condizione è sufficiente applicare in parallelo alla **R3** un piccolo condensatore come visibile nelle figg.120-121.
Per calcolare il valore del condensatore **C2** in **picofarad** potremo usare la formula:

picofarad C2 = 159.000 : (R3 kiloohm x KHz)

ESEMPIO

Vogliamo limitare la banda passante sui **30 KHz** in due diversi preamplificatori che hanno per **R3** questi due valori ohmici:

1° schema = **470.000 ohm** pari a **470 kiloohm**
2° schema = **150.000 ohm** pari a **150 kiloohm**

Soluzione = Nel **primo** schema, che utilizza una **R3** da **470 kiloohm**, dovremo utilizzare un condensatore da:

159.000 : (470 x 30) = 11 picofarad

Poichè questo condensatore non è standard potremo usarne uno da **10** o **12 picofarad**.
Per calcolare la frequenza **massima** che è possibile amplificare, utilizzeremo questa formula:

KHz = 159.000 : (R3 kiloohm x C2 in pF)

Se useremo **10 pF** riusciremo ad amplificare senza **nessuna** attenuazione tutte le frequenze fino a:

159.000 : (470 x 10) = 33,82 kilohertz

Se useremo **12 pF** riusciremo ad amplificare senza **nessuna** attenuazione tutte le frequenze fino a:

159.000 : (470 x 12) = 28,19 kilohertz

Nel **secondo** schema che utilizza per **R3** una resistenza da **150 kiloohm** dovremo utilizzare un condensatore da:

159.000 : (150 x 30) = 35 picofarad

poichè questo condensatore non è standard potremo usarne uno da **33** o **39 picofarad**.

Fig.120 Negli stadi preamplificatori BF si applica sempre in parallelo alla resistenza R3 un piccolo condensatore (vedi C2) per impedire che l'operazionale possa amplificare frequenze ultrasoniche.

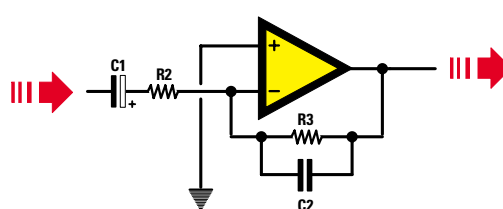



Fig.121 Anche se useremo l'ingresso Invertente, dovremo sempre applicare in parallelo alla resistenza R3 il condensatore C2 per limitare la banda passante superiore sui 30 Kilohertz circa.

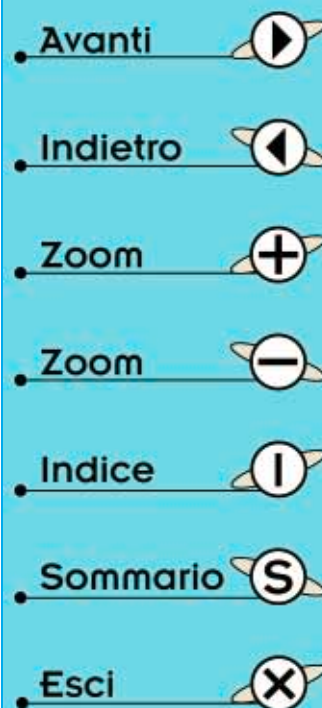
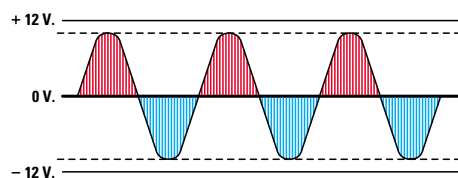



Fig.122 Se dall'uscita di un operazionale vogliamo prelevare un segnale alternato senza nessuna distorsione non dovremo mai esagerare con il guadagno. Il segnale amplificato non dovrà mai superare l'85% dei volt totali di alimentazione.

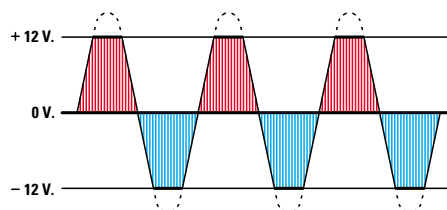



Fig.123 Se l'ampiezza del segnale amplificato supera i volt di alimentazione le due semionde verranno "tosate", quindi in uscita non preleveremo più delle perfette sinusoidi, ma delle onde quadre che causeranno delle elevate distorsioni.

Se useremo **33 pF** riusciremo ad amplificare senza **nessuna** attenuazione tutte le frequenze fino a:

159.000 : (150 x 33) = 32,12 kilohertz

Se useremo **39 pF** riusciremo ad amplificare senza **nessuna** attenuazione tutte le frequenze fino a:

159.000 : (150 x 39) = 27,17 kilohertz

LIMITATE sempre il GUADAGNO

Come avrete compreso, è sufficiente variare il **rapporto** delle due resistenze **R2-R3** per modificare il **guadagno**, quindi un segnale può essere amplificato per **10-20-25 volte** ma anche per **100-300-500 volte**.

Per prelevare in uscita un'**onda** perfettamente **sinusoidale** senza **nessuna distorsione** dovremo limitare il **guadagno**.
Se amplifichiamo in modo esagerato, in uscita otterremo un segnale **tosato** (vedi fig.123).

Un segnale andrà amplificato in modo da ottenere in **uscita** un segnale con un'ampiezza massima pari ad un **85%** dei **volt** di alimentazione.

Ad esempio, se alimentiamo un circuito preamplificatore con una tensione **duale** di **12+12 volt**, l'ampiezza del segnale **amplificato** non dovrà mai raggiungere un valore di:

massimo segnale uscita = Vcc x 0,85

vale a dire non dovrà mai superare i:

(12 + 12) x 0,85 = 20,4 volt picco/picco

Se utilizziamo una tensione **singola** di **12 volt**, l'ampiezza del segnale amplificato non dovrà mai superare un valore di:

12 x 0,85 = 10,2 volt picco/picco

Se conosciamo la massima **ampiezza** del segnale da applicare sull'**ingresso** e il valore dei **volt** di alimentazione, potremo calcolare il **massimo guadagno** che potremo utilizzare con la formula:

max guadagno = [(Vcc x 0,85) : Vin] x 1.000

Vcc = **volt** di alimentazione;
Vin = ampiezza in **millivolt** del segnale d'ingresso.

ESEMPIO

Vogliamo calcolare di quante volte possiamo amplificare un segnale di **100 millivolt** per non superare i **12+12 volt** della tensione **duale** di alimentazione:

[(12+12 x 0,85) : 100] x 1.000 = 204 volte

ESEMPIO

Vogliamo calcolare di quante volte possiamo amplificare lo stesso segnale di **100 millivolt** usando una tensione di alimentazione **singola** di **9 volt**:

[(9 x 0,85) : 100] x 1.000 = 76,5 volte

Conoscendo il **guadagno** di uno stadio preamplificatore potremo calcolare quale segnale **massimo** possiamo applicare su uno dei due ingressi per evitare di ottenere in uscita un segnale **distorto** usando la formula inversa, cioè:

Vin = [(Vcc x 0,85) : guadagno] x 1.000

Nota = il segnale d'ingresso **Vin** è in **millivolt**.

ESEMPIO

Abbiamo uno stadio che amplifica **50 volte** e vogliamo conoscere quale segnale massimo potremo applicare sul suo **ingresso** usando una alimentazione **duale** di **12+12 volt**.

[(12+12 x 0,85) : 50] x 1.000 = 408 millivolt

ESEMPIO

Abbiamo uno stadio che amplifica **50 volte** e vogliamo conoscere quale massimo segnale possiamo applicare sul suo **ingresso** usando una alimentazione **singola** di **9 volt**:

[(9 x 0,85) : 50] x 1.000 = 153 millivolt

GUADAGNO e BANDA PASSANTE

Se riusciamo a reperire qualche manuale con le caratteristiche degli operazionali, potremo trovare nella sigla **GBW** questi dati:

uA.741	**= GBW 1,0 MHz**
uA 748	**= GBW 1,0 MHz**
TL.081	**= GBW 4,0 MHz**
TL.082	**= GBW 3,5 MHz**
LF.351	**= GBW 4,0 MHz**
LF.356	**= GBW 5,0 MHz**
LM.358	**= GBW 1,0 MHz**
CA.3130	**= GBW 15 MHz**
NE.5532	**= GBW 10 MHz**

Il valore di **GBW**, che significa **Gain Bandwidth**, ci permette di calcolare la **frequenza massima** che riusciremo ad amplificare in funzione del **guadagno** che avremo prescelto.
Nel caso dell'operazionale **TL.081** che ha una **GBW** di **4 MHz**, la **massima** frequenza che potremo amplificare la ricaveremo con la formula:

Hertz = (1.000.000 : guadagno) x GBW

Quindi, se abbiamo calcolato il valore delle resistenze **R2-R3** in modo da ottenere un **guadagno** di **150 volte**, la **massima** frequenza che riusciremo ad amplificare **non** supererà mai i:

(1.000.000 : 150) x 4 = 26.666 Hertz

Nel caso dell'operazionale **uA.741** che ha un **GBW** di **1 MHz**, se avremo calcolato il valore delle resistenze **R2-R3** in modo da ottenere un **guadagno** di **150 volte**, la massima frequenza che riusciremo ad amplificare **non** supererà i:

(1.000.000 : 150) x 1 = 6.666 Hertz

Quindi l'operazionale **uA.741** calcolato per un **guadagno** di **150 volte** non ci permetterà mai di amplificare tutta la **banda audio** fino a **20.000 Hz**.
Per riuscire ad amplificare tutta la **banda audio** fino ad un massimo di **30.000 Hz**, dovremo **ridurre** il **guadagno** e per conoscere quante volte possiamo amplificare il segnale applicato sull'ingresso useremo questa formula:

max guadagno = (1.000.000 : Hz) x GBW

Quindi l'operazionale **uA.741** che una **GBW** pari a **1 MHz** non dovremo farlo amplificare più di:

(1.000.000 : 30.000) x 1 = 33 volte

Se useremo un operazionale **TL.081** che ha una **GBW** di **4 MHz**, potremo farlo amplificare per un massimo di:

(1.000.000 : 30.000) x 4 = 133 volte

Anche se con un **solo** stadio è possibile ottenere un guadagno di **100-130 volte** si preferisce **non** farlo, perchè più alto è il **guadagno**, più aumenta il **fruscio** ed il rischio che lo stadio preamplificatore inizi ad **autoscillare**.

2 OPERAZIONALI in SERIE
con ingresso NON INVERTENTE

Per ottenere dei **guadagni elevati** si preferisce collegare in **serie** due **operazionali** e poi calcolare il valore delle resistenze **R2-R3**, in modo da ottenere un **basso guadagno** su ogni singolo stadio.

Ammesso di voler amplificare un segnale di **300 volte**, potremo collegare in **serie** due operazionali facendo **guadagnare** ciascuno:

guadagno = $\sqrt{300}$ **= 17,32 volte**

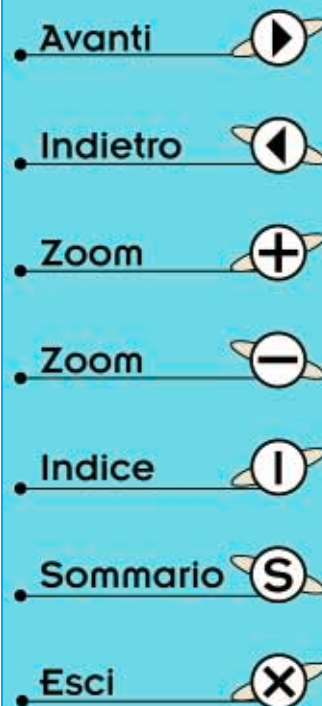
Sapendo che ogni stadio amplifica il segnale applicato sul suo ingresso di **17,32 volte**, otterremo un **guadagno totale** di:

17,32 x 17,32 = 299,98 volte

Ammesso di aver scelto per la resistenza **R2** un valore di **5.600 ohm**, se useremo l'ingresso **non invertente** di fig.124 potremo calcolare il valore della resistenza **R3** con la formula:

valore di R3 = R2 x (guadagno – 1)

quindi per la **R3** dovremo scegliere un valore di:

5.600 x (17,32 – 1) = 91.392 ohm

INGRESSO "NON INVERTENTE" CON ALIMENTAZIONE DUALE

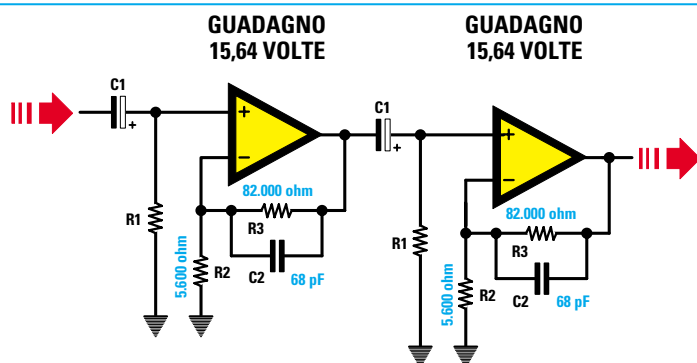



Fig.124 Due stadi amplificatori con ingresso "non invertente" accoppiati in alternata. Con i valori di R2-R3 riportati, il primo e il secondo stadio amplificheranno un segnale di 15,64 volte, quindi otterremo un guadagno totale di 15,64 x 15,64 = 244,6.
Questo schema va alimentato con una tensione Duale.

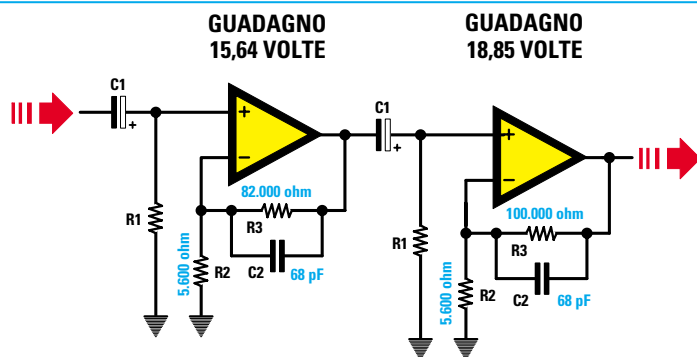



Fig.125 Due stadi amplificatori con ingresso "non invertente" accoppiati in alternata. Con i valori di R2-R3 riportati, il primo stadio amplificherà di 15,64 e il secondo stadio di 18,85 volte, quindi otterremo un guadagno totale di 15,64 x 18,85 = 294,8.
Questo schema va alimentato con una tensione Duale.

INGRESSO "INVERTENTE" CON ALIMENTAZIONE DUALE

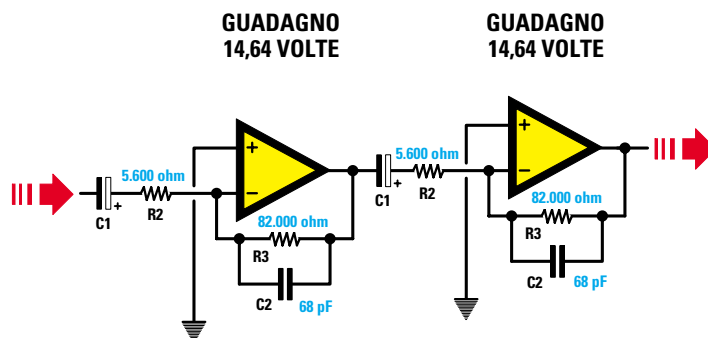



Fig.126 Due stadi amplificatori con ingresso "invertente" accoppiati in alternata. Con il valori di R2-R3 riportati, il primo ed il secondo stadio amplificheranno un segnale di 14,64 volte, quindi otterremo un guadagno totale di 14,64 x 14,64 = 214,3.
Questo schema va alimentato con una tensione Duale.

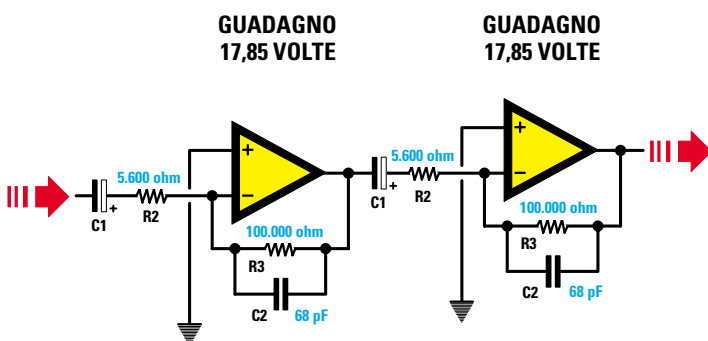



Fig.127 Due stadi amplificatori con ingresso "invertente" accoppiati in alternata. Con i valori di R2-R3 riportati, il primo e il secondo stadio amplificheranno un segnale di 17,85 volte, quindi otterremo un guadagno totale di 17,85 x 17,85 = 318,6.
Questo schema va alimentato con una tensione Duale.

Poichè questo valore non è standard, saremo costretti ad usare **82.000 ohm** o **100.000 ohm**.

Se per **R3** sceglieremo il valore di **82.000 ohm**, ogni singolo stadio amplificherà:

(82.000 : 5.600) + 1 = 15,64 volte

quindi otterremo una amplificazione **totale** di:

15,64 x 15,64 = 244 volte

Se, invece, per **R3** sceglieremo il valore di **100.000 ohm**, ogni singolo stadio amplificherà:

(100.000 : 5.600) + 1 = 18,85 volte

quindi otterremo una amplificazione **totale** di:

18,85 x 18,85 = 355 volte

Se non vogliamo superare un **guadagno** di **300 volte**, potremo inserire nel **primo** stadio una resistenza **R3** da **82.000 ohm** e nel secondo stadio una resistenza **R3** da **100.000 ohm** (vedi fig.125) ed in tal modo otterremo un **guadagno totale** di:

15,64 x 18,85 = 294,8 volte

A questo punto avrete già intuito che, modificando il valore della resistenza **R2**, è possibile ugualmente **variare** il guadagno.

Se useremo per **R3** un valore di **100.000 ohm** e per **R2** un valore di **6.800 ohm**, ogni singolo stadio amplificherà:

(100.000 : 6.800) + 1 = 15,7 volte

quindi otterremo una amplificazione **totale** di:

15,7 x 15,7 = 246,49 volte

2 OPERAZIONALI in SERIE con ingresso INVERTENTE

Se useremo l'ingresso **invertente** come indicato in fig.126, potremo calcolare il valore della resistenza **R3** con la formula:

valore di R3 = R2 x guadagno

Quindi, ammesso che la **R2** risulti ancora da **5.600 ohm**, per la **R3** dovremo scegliere un valore di:

5.600 x 17,32 = 96.992 ohm

Poichè questo valore non è standard saremo costretti a usare **82.000 ohm** o **100.000 ohm**.

Se per **R3** sceglieremo il valore di **82.000 ohm** (vedi fig.126), ogni singolo stadio amplificherà:

82.000 : 5.600 = 14,64 volte

quindi otterremo un'amplificazione **totale** di:

14,64 x 14,64 = 214 volte

Se, invece, per **R3** sceglieremo il valore di **100.000 ohm** (vedi fig.127), ogni singolo stadio amplificherà:

100.000 : 5.600 = 17,85 volte

quindi otterremo un'amplificazione **totale** di:

17,85 x 17,85 = 318 volte

Poichè siamo molto vicini ad un **guadagno** di **300 volte** sceglieremo **100.000 ohm**.

Nota = Tenete presente che il **guadagno** ricavato dai calcoli **teorici** non collimerà mai con quello che rileveremo a montaggio completato, perchè tutte le resistenze hanno una loro **tolleranza**.

PER EVITARE AUTOSCILLAZIONI

Anche con **bassi** guadagni si può correre il rischio che l'operazionale **autoscilli** e, se ciò avviene, **non** sarà possibile amplificare nessun segnale.

Per evitare queste **autoscillazioni** dovremo **sempre** collegare tra il **piedino** di alimentazione e la **massa** un condensatore da **47.000** o **100.000 pF**.

Se l'operazionale è alimentato da una tensione **duale** dovremo utilizzare due condensatori, collegandone uno direttamente al terminale **positivo** dello zoccolo e a **massa** e l'altro al terminale **negativo** e a **massa** come visibile in fig.118.

Se l'operazionale è alimentato da una tensione **singola** utilizzeremo un solo condensatore, collegandolo direttamente ai terminali **+V** e **–V** come visibile in fig.119.

Quindi se avete uno stadio preamplificatore che presenta dei problemi, per eliminarli è sufficiente che colleghiate questi condensatori **direttamente** ai piedini di alimentazione dello zoccolo.

In questa Lezione vi abbiamo spiegato come deve essere usato un operazionale per realizzare uno **stadio preamplificatore**, nella prossima Lezione vi insegneremo come usarlo per tante altre diverse e **interessanti** applicazioni.

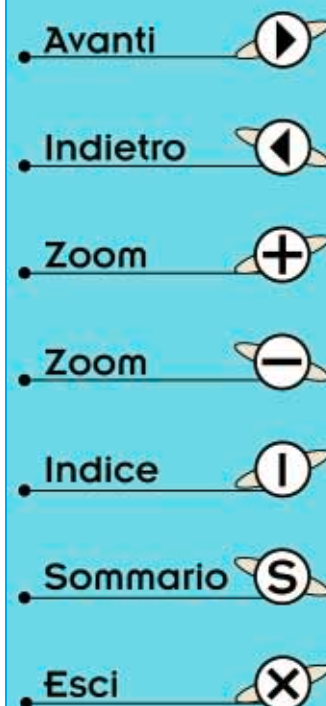



Fig.128 Foto del Generatore BF per onde triangolari da 20 Hertz fino a 20.000 Hz siglato LX.5031.

Fig.129 Foto del Generatore BF per onde sinusoidali da 6 Hertz fino a 20.000 Hz siglato LX.5032.

2 GENERATORI di SEGNALI BF

Nessuno può intraprendere con successo un mestiere senza disporre degli strumenti adeguati: così il falegname non può fare a meno del **metro**, il droghiere della **bilancia**, il meccanico del **calibro**.

Anche chi intende avvicinarsi al mondo dell'elettronica non può prescindere dall'uso di alcuni indispensabili "**ferri del mestiere**", come ad esempio un **tester** per misurare volt, amper, ohm, un **capacimetro** per misurare le capacità, un **frequenzimetro** per misurare le frequenze, ecc.

Purtroppo, come avrete senz'altro avuto modo di constatare, questi strumenti sono molto costosi e chi si stia avvicinando per la prima volta all'elettronica potrebbe non essere propenso ad acquistarli subito.

Proprio per corrispondere a questa specifica e assai diffusa esigenza spesso, come in questo caso, dedichiamo alcune pagine della rivista alla pubblicazione di validi ed economici strumenti di misura.

Se ci seguirete vi insegneremo a costruire delle apparecchiature anche sofisticate e se esteticamente non potranno competere con i rifiniti ed accurati strumenti commerciali, all'atto pratico vi forniranno gli stessi risultati.

In questa Lezione vi proponiamo due **Generatori BF**, che vi saranno molto utili per controllare preamplificatori e amplificatori di BF, filtri, controlli di tono e persino per pilotare degli integrati **digitali**.

Il circuito più semplice utilizza un solo integrato e fornisce in uscita delle **onde** di forma **triangolare** che partendo da un frequenza minima di **20 Hertz** riescono a raggiungere una frequenza massima di **25.000 Hertz** circa.

Il secondo circuito, più complesso, utilizza due **integrati**, due **transistor** ed un **fet** e, rispetto al primo, presenta il vantaggio di fornire in uscita delle **onde** di forma **sinusoidale** partendo da un fre-

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

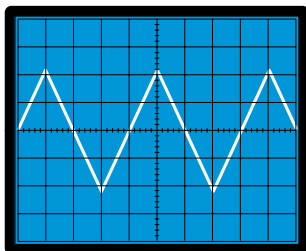
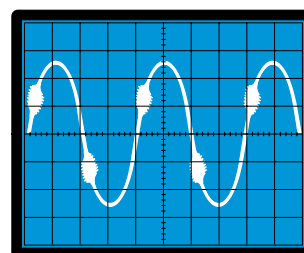
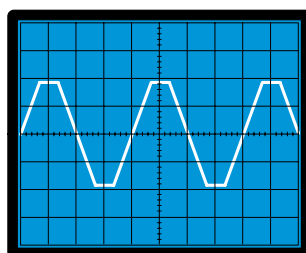
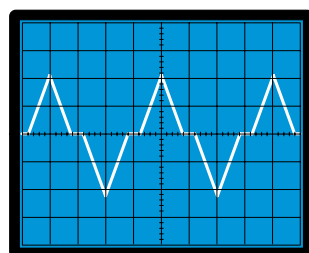



Fig.130 Se un amplificatore BF non distorce, l'onda che applicherete sul suo ingresso la ritroverete sulla sua uscita senza nessuna deformazione (vedi figura di sinistra).

Fig.131 Se l'amplificatore presenta delle anomalie potrete vedere uno scalino, oppure tutte le punte mozzate e se autoscilla dei rigonfiamenti sulle onde (vedi figure in basso).

quenza minima di **6 Hertz** per giungere fino ad una frequenza massima di **25.000 Hertz** circa.

A questo punto molti si chiederanno quali dei due Generatori conviene realizzare, se quello ad onde **triangolari** oppure quello ad onde **sinusoidali**.

Tutto dipende dall'uso che ne fate.
Se utilizzate queste due apparecchiature per controllare ad **orecchio** come funziona uno stadio amplificatore, allora uno vale l'altro.

Solo un domani, quando avrete a disposizione uno strumento chiamato **oscilloscopio**, scoprirete che vi servono entrambe.

Con le **onde triangolari** vi sarà più facile verificare se in un amplificatore i due transistor finali collegati in **push-pull** sono correttamente polarizzati. Se così **non** fosse vedreste un vistoso **scalino** che spezza il triangolo, se poi lo stadio finale **satura**, vedreste le **punte mozzate** (vedi fig.131).

Con le **onde sinusoidali** vi sarà più facile verificare se ci sono distorsioni o autooscillazioni spurie, perché, in questi casi, la forma dell'onda si deforma e presenta piccoli rigonfiamenti.

GENERATORE di ONDE TRIANGOLARI

Con i due soli amplificatori operazionali contenuti all'interno dell'integrato siglato **TL.082** (vedi fig.132), è possibile realizzare un valido **Generatore BF** in grado di fornire delle perfette **onde triangolari**.
Per coprire tutta la gamma **audio** da **20 Hz** fino a **25.000 Hz** abbiamo inserito, tra l'ingresso **invertente**, piedino **6**, ed il piedino d'**uscita** del secondo operazionale siglato **IC1/B**, tre diversi valori di capacità, siglati nello schema **C4-C5-C6**.
Ruotando il potenziometro **R6** per la sua **massima** resistenza otteniamo in uscita la frequenza più **bassa** della gamma prescelta, ruotandolo per la sua **minima** resistenza otteniamo in uscita la frequenza più **alta**.
In via teorica la frequenza generata da questo oscillatore si può calcolare con la formula:

hertz = 500.000 : (kiloohm x nanofarad)

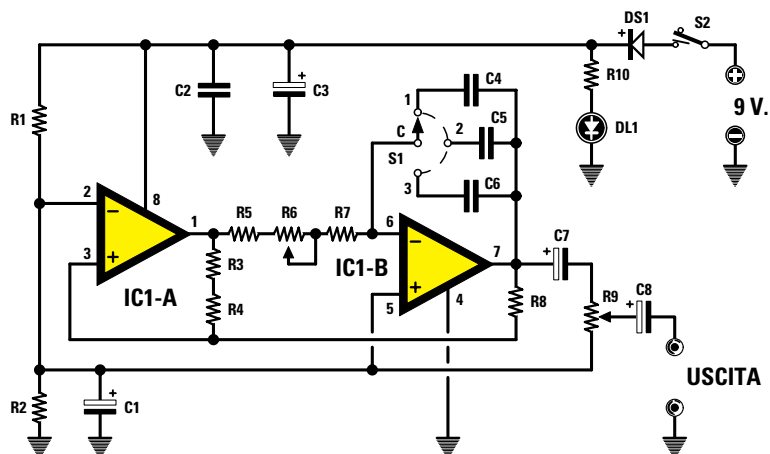
dove:

500.000 è un numero fisso,
kiloohm è il valore dato dalla somma delle resistenze **R5-R6-R7**,
nanofarad è la somma delle capacità inserite tra il piedino **invertente** e l'**uscita** di **IC1/B**.

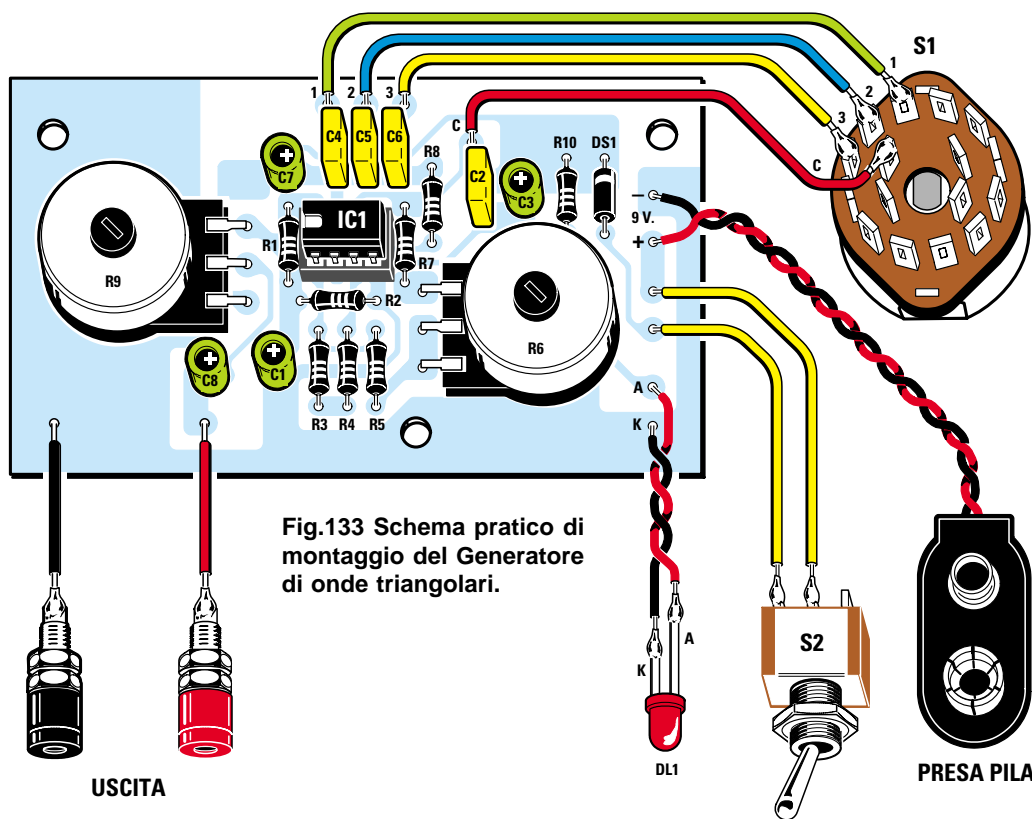
Poiché nell'elenco componenti il valore delle resistenze **R5-R6-R7** è espresso in **ohm**, per inserire questo dato nella nostra formula dobbiamo innanzitutto convertirlo in **kiloohm** dividendolo per **1.000**.

Va inoltre tenuto presente che le resistenze **R5-R7**, da **10.000 ohm**, sono collegate in **serie** al potenziometro **R6** da **220.000 ohm**, quindi ruotando il cursore in modo da cortocircuitare tutta la sua resistenza, il valore ohmico che dobbiamo utilizzare per il calcolo della **frequenza** non è più dato da **R5+R6+R7**, ma solo dalle due resistenze **R5+R7**:

(10.000 + 10.000) : 1.000 = 20 kiloohm

Fig.132 Schema elettrico del Generatore di onde triangolari LX.5031.

ELENCO COMPONENTI LX.5031

R1 = 4.700 ohm	R9 = 10.000 ohm pot. log.	C7 = 10 mF elettrolitico
R2 = 4.700 ohm	R10 = 1.000 ohm	C8 = 10 mF elettrolitico
R3 = 10.000 ohm	C1 = 47 mF elettrolitico	DS1 = diodo tipo 1N.4007
R4 = 10.000 ohm	C2 = 100.000 pF poliestere	DL1 = diodo led
R5 = 10.000 ohm	C3 = 47 mF elettrolitico	IC1 = integrato tipo TL.082
R6 = 220.000 ohm pot. log.	C4 = 100.000 pF poliestere	S1 = commutatore 3 pos.
R7 = 10.000 ohm	C5 = 10.000 pF poliestere	S2 = interruttore
R8 = 10.000 ohm	C6 = 1.000 pF poliestere	

Fig.133 Schema pratico di montaggio del Generatore di onde triangolari.

Se al contrario ruotiamo il cursore del potenziometro **R6** per la sua massima resistenza, che, come abbiamo detto, è di **220.000 ohm**, il valore ohmico da utilizzare per il calcolo della **frequenza** è di:

(10.000 + 10.000 + 220.000) : 1.000 = 240 kiloohm

Prima di calcolare la **frequenza**, dobbiamo anche convertire in **nanofarad** le capacità dei condensatori **C4-C5-C6**, espresse nella lista componenti in **picofarad**, dividendole per **1.000**:

C4	**100.000 pF : 1.000 =**	**100 nanofarad**
C5	**10.000 pF : 1.000 =**	**10 nanofarad**
C6	**1.000 pF : 1.000 =**	**1 nanofarad**

A questo punto possiamo calcolare le frequenze generate dall'oscillatore.
Se il commutatore **S1** collega sull'operazionale **IC1/B** il condensatore **C4** da **100 nanofarad**, ruotando il potenziometro **R6** per la sua **massima** resistenza otterremo una frequenza di:

500.000 : (240 x 100) = 20,83 Hertz

Ruotando il potenziometro in modo da **cortocircuitare** tutta la sua resistenza otterremo una frequenza di:

500.000 : (20 x 100) = 250 Hertz

Se il commutatore **S1** collega sull'operazionale **IC1/B** il condensatore **C5** da **10 nanofarad**, ruotando il potenziometro **R6** per la sua **massima** resistenza otterremo una frequenza di:

500.000 : (240 x 10) = 208 Hertz

Ruotando il potenziometro in modo da **cortocircuitare** tutta la sua resistenza otterremo una frequenza di:

500.000 : (20 x 10) = 2.500 Hertz

Se il commutatore **S1** collega sull'operazionale **IC1/B** il condensatore **C6** da **1 nanofarad**, ruotando il potenziometro **R6** per la sua **massima** resistenza otterremo una frequenza di:

500.000 : (240 x 1) = 2.083 Hertz

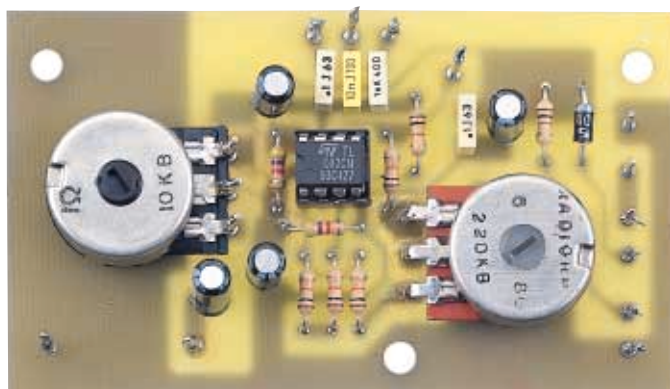



Fig.134 Come si presenterà la scheda LX.5031 dopo che avrete montato tutti i suoi componenti.

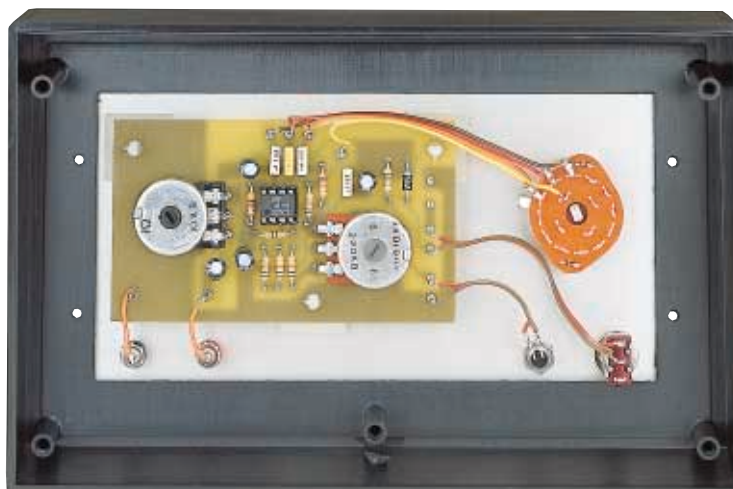



Fig.135 La scheda LX.5031 montata all'interno del suo mobile plastico. Il commutatore rotativo S1, da utilizzare per il cambio gamma, andrà fissato sul pannello frontale.

Ruotando il potenziometro in modo da **cortocircuitare** tutta la sua resistenza otterremo una frequenza di:

500.000 : (20 x 1) = 25.000 Hertz

Tenete presente che le frequenze calcolate risulteranno **leggermente** diverse da quelle prelevate effettivamente dall'uscita dell'oscillatore, perché tutti i componenti hanno una loro **tolleranza**.
Ammesso dunque che il condensatore **C4** abbia una capacità di **100,5 nanofarad**, anziché di **100 nanofarad**, ruotando il potenziometro **R6** per la sua **minima** resistenza anziché ottenere una frequenza di **250 Hertz** otterremo una frequenza di:

500.000 : (20 x 100,5) = 248 Hertz

Se il potenziometro **R6** a causa della sua **tolleranza** avesse un valore di **226.000 ohm**, ruotandolo per la sua **massima** resistenza non otterremo più **20,83 Hertz**, ma una frequenza di:

500.000 : (246 x 100,5) = 20,22 Hertz

In concreto queste differenze non sono determinanti, perché, supposto che si voglia controllare un amplificatore, anche se partiamo da una frequenza minima approssimata sui **20-21 Hz** e raggiungiamo un frequenza massima approssimata di **24.000-25.000 Hz**, sapremo comunque se il nostro amplificatore è idoneo ad amplificare tutta la gamma audio dai **bassi** agli **acuti**.

L'**ampiezza** massima del segnale **BF** che possiamo prelevare sull'uscita del generatore è di circa **3,5 volt p/p** se alimentiamo il circuito con una tensione di **9 volt**, e di circa **4,5 volt p/p** se lo alimentiamo con una tensione di **12 volt**.
Poiché per collaudare i **preamplificatori** occorrono dei segnali di pochi **millivolt**, per ridurre il segnale abbiamo inserito il potenziometro **R9**.

Questo Generatore può essere alimentato con una tensione di **9 volt**, che potete prelevare da una normale pila per radio, oppure, per risparmiare il costo della pila, con una tensione di **12 volt**, che potete prelevare dall'alimentatore **LX.5004**, presentato nella Lezione N.7 del nostro corso.

È ovvio che per utilizzare l'alimentatore esterno non dovrete collegare i due fili del **portapila** sui terminali presenti sul circuito stampato, ma sul circuito dovrete collegare due fili, uno **rosso** ed **nero**, lunghi quanto basta per arrivare ai due **morsetti** d'uscita dell'alimentatore.

Il diodo **DS1**, che abbiamo inserito in serie al filo **positivo** di alimentazione, serve per proteggere il circuito nel caso collegassimo, per **errore**, il terminale **negativo** dell'alimentatore sul filo **positivo**.

GENERATORE di ONDE SINUSOIDALI

Il circuito del Generatore in grado di fornire delle **onde sinusoidali** con una bassissima distorsione è un poco più complesso del precedente.
Come potete vedere in fig.136, occorrono due operazionali **TL.082**, un **fet** e due **transistor** oltre a un **doppio** potenziometro (vedi **R6-R10**) ed un **doppio** commutatore rotativo (vedi **S1/A-S1/B**) per inserire i condensatori per le **4 portate**.

Infatti per coprire tutta la gamma **audio** da **6 Hz** fino a **25.000 Hz** occorre inserire sui due operazionali **IC2/A-IC2/B** quattro diverse capacità siglate **C3-C4-C5-C6** e **C10-C11-C12-C13**.
In teoria la frequenza generata da questo oscillatore si potrebbe calcolare con la formula:

hertz = 175.000 : (kiloohm x nanofarad)

dove:

175.000 è un numero fisso,
kiloohm è il valore dato dalla somma delle resistenze **R5-R6**,
nanofarad è la capacità inserita sull'operazionale **IC2/A** (questa capacità deve risultare identica a quella applicata su **IC2/B**).

Poiché nella lista componenti i valori delle resistenze sono espressi in **ohm** e quelli dei condensatori in **picofarad**, per convertirli in **kiloohm** e in **nanofarad** dovremo dividerli per **1.000**.

Tenete presente che in **serie** al potenziometro **R6**, da **47.000 ohm**, è inserita la resistenza **R5** da **6,8 kiloohm**, quindi quando ruoteremo il cursore del potenziometro in modo da cortocircuitare tutta la sua resistenza, il valore ohmico che dovremo utilizzare per il calcolo della **frequenza** sarà di **6,8 kiloohm**, quando invece ruoteremo il cursore per la sua **massima** resistenza il valore ohmico che dovremo utilizzare per il calcolo sarà di:

6,8 + 47 = 53,8 kiloohm

Se con il commutatore **S1/A** inseriamo la capacità di **470 nanofarad** (vedi **C3**), poi ruotiamo il potenziometro per la sua **massima** resistenza otterremo una frequenza di:

175.000 : (53,8 x 470) = 6,9 Hertz

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

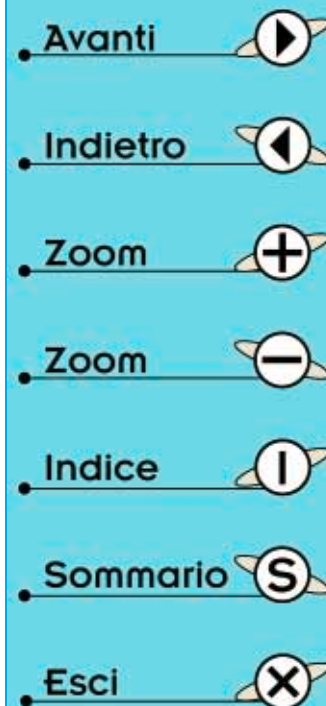
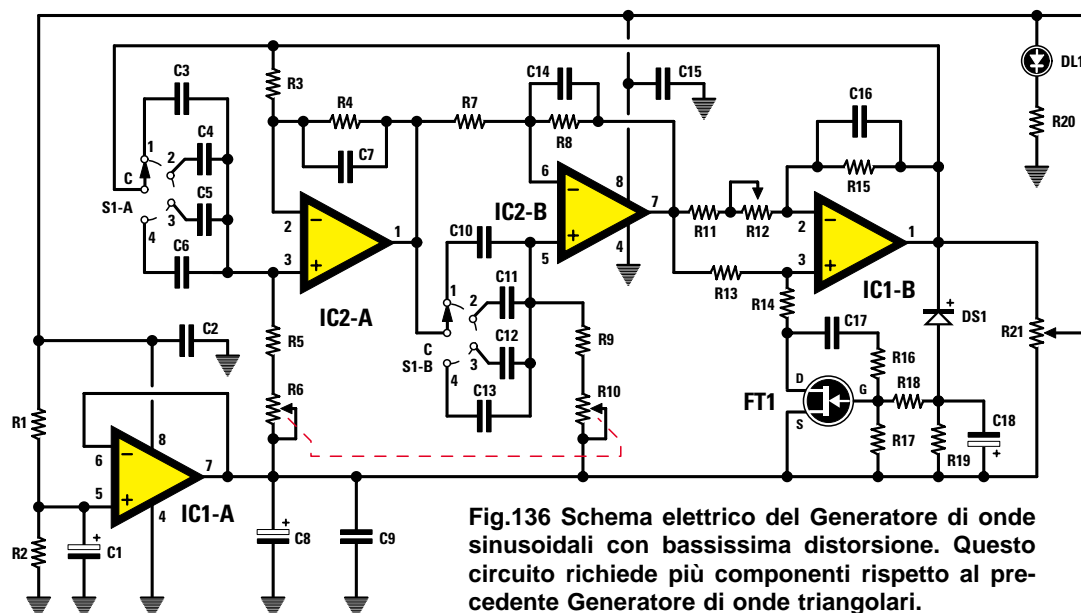



Fig.136 Schema elettrico del Generatore di onde sinusoidali con bassissima distorsione. Questo circuito richiede più componenti rispetto al precedente Generatore di onde triangolari.

ELENCO COMPONENTI LX.5032

R1 = 10.000 ohm
R2 = 10.000 ohm
R3 = 10.000 ohm
R4 = 10.000 ohm
R5 = 6.800 ohm
R6 = 47.000 ohm pot. log.
R7 = 10.000 ohm
R8 = 10.000 ohm
R9 = 6.800 ohm
R10 = 47.000 ohm pot. log.
R11 = 1.000 ohm
R12 = 1.000 ohm trimmer
R13 = 180 ohm
R14 = 150 ohm
R15 = 10.000 ohm
R16 = 100.000 ohm
R17 = 100.000 ohm
R18 = 470.000 ohm
R19 = 1 megaohm
R20 = 1.000 ohm
R21 = 10.000 ohm pot. log.
R22 = 180 ohm
R23 = 3.300 ohm
R24 = 3.300 ohm
R25 = 220 ohm
R26 = 220 ohm
C1 = 10 mF elettrolitico
C2 = 100.000 pF poliestere
C3 = 470.000 pF poliestere
C4 = 68.000 pF poliestere
C5 = 8.200 pF poliestere
C6 = 1.000 pF poliestere
C7 = 22 pF ceramico
C8 = 10 mF elettrolitico
C9 = 100.000 pF poliestere
C10 = 470.000 pF poliestere
C11 = 68.000 pF poliestere
C12 = 8.200 pF poliestere
C13 = 1.000 pF poliestere
C14 = 22 pF ceramico
C15 = 100.000 pF poliestere
C16 = 22 pF ceramico
C17 = 470.000 pF poliestere
C18 = 1 mF elettrolitico
C19 = 47 mF elettrolitico
C20 = 100.000 pF poliestere
C21 = 220 mF elettrolitico
DS1-DS3 = diodi tipo 1N.4150
DS4 = diodo tipo 1N.4007
DL1 = diodo led
TR1 = NPN tipo BC.547
TR2 = PNP tipo BC.328
FT1 = fet tipo BC.264B
IC1 = integrato tipo TL.082
IC2 = integrato tipo TL.082
S1/A-S1/B = commut. 2 vie 4 pos.
S2 = interruttore

Ruotandolo in senso inverso, cioè per la sua **minima** resistenza otterremo una frequenza di:

175.000 : (6,8 x 470) = 54,7 Hertz

Se con il commutatore **S1/A** inseriamo la capacità di **68 nanofarad** (vedi **C4**), poi ruotiamo il potenziometro per la sua **massima** resistenza otterremo una frequenza di:

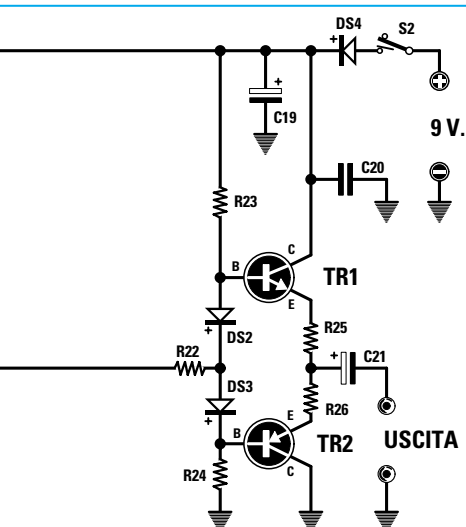
175.000 : (53,8 x 68) = 47,8 Hertz

Ruotandolo in senso inverso, cioè per la sua **minima** resistenza otterremo una frequenza di:

175.000 : (6,8 x 68) = 378,4 Hertz

Se con il commutatore **S1/A** inseriamo la capacità di **8,2 nanofarad** (vedi **C5**), poi ruotiamo il potenziometro per la sua **massima** resistenza otterremo una frequenza di:

175.000 : (53,8 x 8,2) = 396,6 Hertz

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

Ruotandolo in senso inverso, cioè per la sua **minima** resistenza otterremo una frequenza di:

175.000 : (6,8 x 8,2) = 3.138 Hertz

Se con il commutatore **S1/A** inseriamo la capacità di **1 nanofarad** (vedi **C6**), poi ruotiamo il potenziometro per la sua **massima** resistenza otterremo una frequenza di:

175.000 : (53,8 x 1) = 3.252 Hertz

Ruotandolo in senso inverso, cioè per la sua **minima** resistenza otterremo una frequenza di:

175.000 : (6,8 x 1) = 25.735 Hertz

Poiché il commutatore **S1/A** è accoppiato a **S1/B** ed il potenziometro **R6** al potenziometro **R10**, applicando sull'operazionale **IC2/A** determinati valori ohmici e capacitivi, gli stessi valori verranno inseriti anche sull'operazionale **IC2/B**.

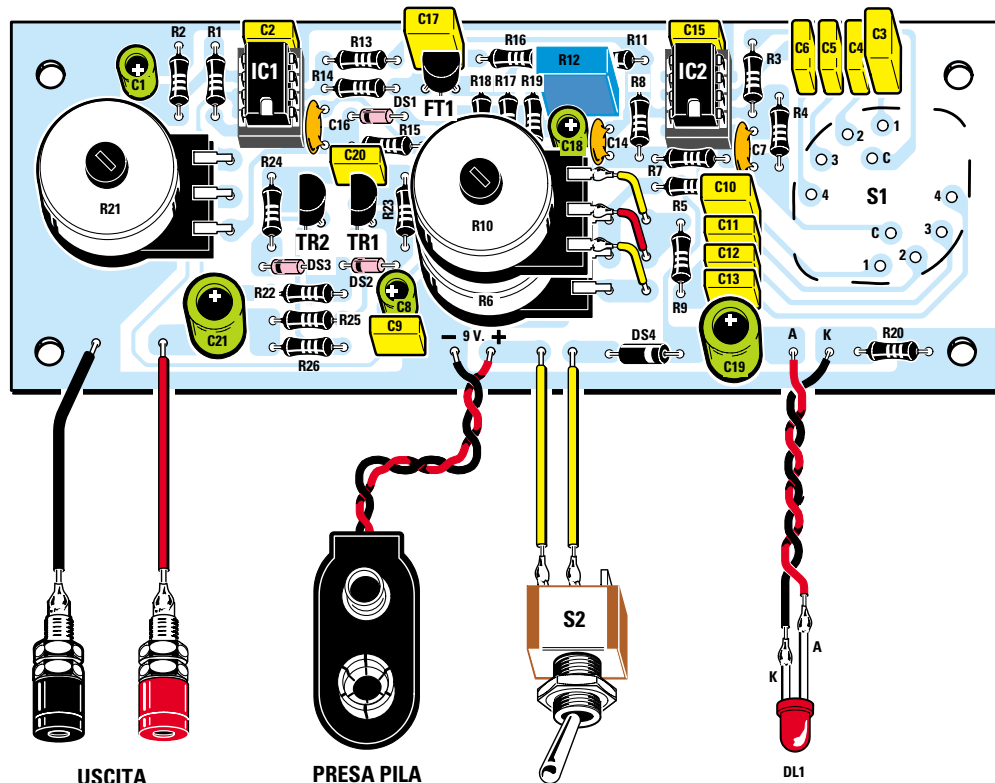



Fig.137 Schema pratico di montaggio del Generatore di onde sinusoidali. Il commutatore rotativo S1 è applicato sul lato opposto del circuito stampato, come risulta visibile nella foto di fig.138. Poichè nel disegno non sono ben visibili, precisiamo che i terminali del potenziometro R6 vanno collegati nei 3 fori presenti sullo stampato in prossimità del suo corpo, mentre quelli del potenziometro R10 nei 3 fori presenti a destra.

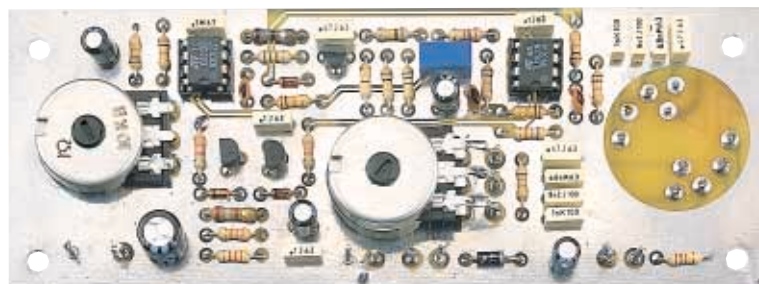
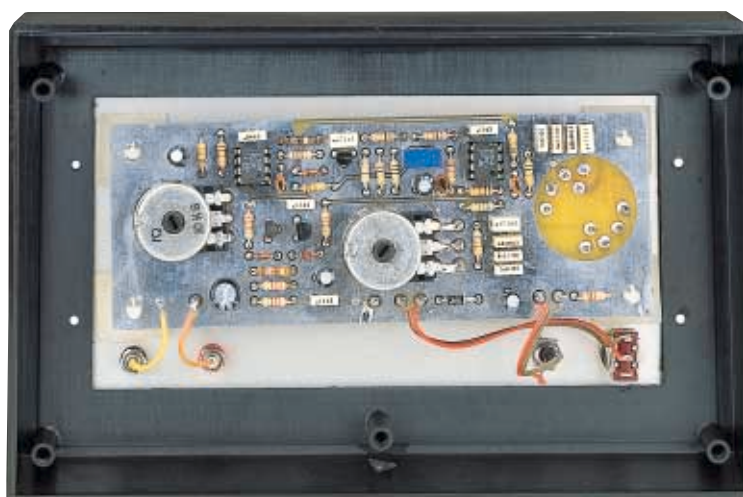



Fig.138 Sopra, la foto della scheda LX.5032 vista dal lato dei componenti e, sotto, la foto della stessa scheda vista dal lato opposto dove è fissato il commutatore S1.

Fig.139 Il circuito LX.5032 andrà fissato all'interno del suo mobile plastico utilizzando i 4 distanziatori plastici con base autoadesiva inseriti nel kit.

Anche in questo Generatore le frequenze calcolate risulteranno maggiori o minori di circa un **10%** a causa della **tolleranza** dei componenti.

Considerando che questo Generatore si usa per controllare dei preamplificatori o finali di BF, il margine che si ottiene è più che accettabile per uno strumento ultraeconomico.

Per sapere con assoluta **precisione** quale frequenza viene generata avremmo dovuto completare questo strumento con un **frequenzimetro digitale**, il cui costo non risulta però giustificato.

In ogni modo chi dispone già di questo strumento potrà leggere la frequenza generata prelevandola direttamente sul piedino d'uscita di **IC1/B**.

Per completare la descrizione del funzionamento del Generatore dobbiamo aggiungere che l'operazionale siglato **IC1/A** viene utilizzato per ottenere **metà tensione** di alimentazione, indispensabile per alimentare gli ingressi **non invertenti** degli operazionali, cioè quelli contrassegnati sullo schema con il simbolo **+**.
Se con un comune tester misurate la tensione presente tra il **positivo** di alimentazione ed il piedino d'uscita di **IC1/A** leggerete **4,5 volt positivi**, mentre se misurate la tensione presente tra il piedino d'uscita di **IC1/A** e il **negativo** di alimentazione leggerete una tensione di **4,5 volt negativi**.
Pertanto i tre operazionali **IC2/A-IC2/B-IC1/B** ed il fet **non** vengono alimentati con una tensione **singola** di **9 volt**, ma con una tensione duale di

4,5+4,5 volt, perché l'uscita di **IC1/A** viene utilizzata come **massa fittizia**.

Il **fet** collegato su **IC1/B** provvede a correggere in modo automatico il **guadagno** di questo operazionale per poter ottenere in uscita un segnale d'**ampiezza costante** su tutte e quattro le gamme di frequenze con il minimo di distorsione.

Il diodo **DS1**, infatti, provvede a raddrizzare le semionde **negative** del segnale presente sull'uscita dell'operazionale caricando il condensatore elettrolitico **C18** applicato sul **G**ate del fet.
Questo fet si comporta come una resistenza **variabile** che fa **ridurre** il guadagno di **IC1/B** se aumenta la tensione **negativa** raddrizzata dal diodo **DS1**, e fa **aumentare** il guadagno di **IC1/B** se si abbassa la tensione **negativa** raddrizzata dal diodo **DS1**.

I transistor **TR1-TR2** applicati dopo il potenziometro lineare **R21**, che regola l'ampiezza della tensione d'uscita, vengono utilizzati come amplificatori finali di **corrente**.

L'**ampiezza** massima del segnale **BF** che possiamo prelevare sull'uscita di questo Generatore è di circa **3,5 volt picco/picco** se il circuito viene alimentato con una tensione di **9 volt** e di circa **5 volt picco/picco** se viene alimentato con una tensione di **12 volt**.

Per alimentare il Generatore a **9 volt** potete usare una comune **pila**, se invece volete alimentarlo a **12 volt** potete prelevare questa tensione sull'uscita dell'alimentatore siglato **LX.5004**, presentato nella Lezione N.7 del nostro corso.

Ovviamente per utilizzare l'alimentatore esterno non dovrete più collegare i due fili del **portapila** sui terminali presenti sul circuito stampato, ma sul circuito dovrete collegare due fili, uno **rosso** ed **nero**, lunghi quanto basta per arrivare ai due **morsetti** d'uscita dell'alimentatore.

Come nel circuito precedente, anche in questo il diodo **DS4** inserito in serie al filo **positivo** di alimentazione serve per proteggere il circuito nel caso collegaste, per **errore**, il terminale **negativo** dell'alimentatore sul filo **positivo**.

REALIZZAZIONE PRATICA GENERATORE onde TRIANGOLARI

Per realizzare il Generatore di onde triangolari dovete montare sul circuito stampato siglato **LX.5031** tutti i componenti visibili in fig.133, iniziando dallo zoccolo dell'integrato **IC1**.
Dopo aver stagnato i suoi piedini sulle piste in rame del circuito stampato, potete inserire tutte le **resistenze** ed il diodo **DS1**, rivolgendo il lato contornato da una fascia **bianca** verso l'alto, come è stato disegnato nello schema pratico di fig.133.
Proseguendo nel montaggio stagnate i condensatori **poliestere** e poiché sul loro corpo sono stampigliate delle sigle inusuali rispetto a quanto riportato nell'elenco componenti, per trarvi d'impaccio vi indichiamo a cosa corrispondono:

1n = 1.000 pF
10n = 10.000 pF
.1 = 100.000 pF

Dopo questi condensatori stagnate gli **elettrolitici** prestando attenzione alla polarità dei terminali, e poiché sul loro corpo non sempre è indicato il segno **+**, ricordate che questo terminale è sempre **più lungo** del terminale negativo.

A questo punto potete dedicarvi al montaggio dei due potenziometri **R6** da **220K** ed **R9** da **10K**.
Prima di fissare i loro corpi sullo stampato tramite il loro dado, dovrete **accorciare** con un piccolo seghetto i loro **perni**, in modo da ottenere una lunghezza di 16 mm (vedi fig.141).
Su ogni terminale dei potenziometri dovete sta-

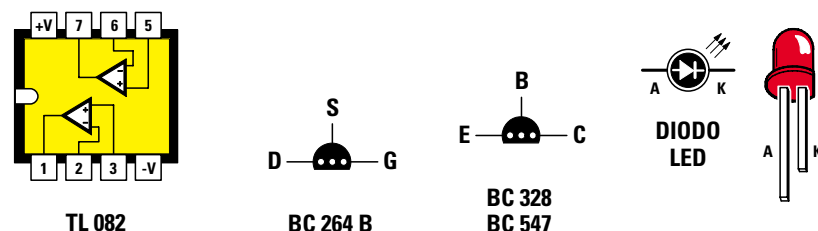



Fig.140 Connessioni viste da sopra dell'integrato TL.082 utilizzato nei due Generatori e quelle del fet BC.264 e dei transistor BC.328-BC.547, usati nel solo kit siglato LX.5032, viste da sotto. Il terminale più lungo dei diodi led è l'Anodo, il più corto il Catodo.

gnare un sottile filo di rame **nudo**, la cui estremità andrà collegata nei fori presenti sullo stampato.

Prima di fissare il circuito stampato sulla mascherina frontale, tramite i distanziatori plastici con base **autoadesiva**, ai quali ovviamente dovrete togliere la carta di protezione posta sulla base, dovete stagnare sullo stampato i fili del **portapila**, quelli dell'interruttore **S2**, quelli del commutatore **S1**, quelli del **diodo led** e quelli che collegheranno al circuito le **boccole** d'uscita.

Dopo aver accorciato il perno del commutatore rotativo **S1** in modo che la manopola rimanga distanziata dal pannello di circa **1 mm**, potete bloccare anche questo componente al pannello e stagnare sui suoi terminali **1-2-3-C** i fili che avrete già provveduto a collegare al circuito stampato.
Poiché su questo commutatore sono presenti 4 terminali **centrali**, dovrete necessariamente scegliere il terminale **C** del **settore** corrispondente ai terminali **1-2-3** sui quali avete già stagnato i fili, diversamente il Generatore non funzionerà.

Prestate attenzione anche quando stagnate i fili al diodo led, perché se invertite il collegamento anodo - catodo il diodo **non** si accenderà.

Quando fissate le **boccole** d'uscita sul pannello frontale dovete sfilare la **rondella** di plastica che andrà poi inserita sul retro del pannello, come visibile in fig.143, in modo da isolare il loro corpo dal metallo del mobile.

Solo a questo punto potete innestare nello zoccolo l'integrato **TL.082**, rivolgendo la sua tacca di riferimento a forma di **U** verso il potenziometro **R9**.

Una volta che avrete collegato la pila da **9 volt** potrete prelevare sulle boccole d'uscita il segnale di **BF** e se possedete un piccolo amplificatore potrete inserirlo sull'ingresso ed ascoltare in altoparlante tutte le frequenze acustiche.
In mancanza dell'amplificatore potrete applicare questo segnale anche ad una **cuffia**.

REALIZZAZIONE PRATICA GENERATORE onde SINUSOIDALI

Per realizzare il Generatore di onde sinusoidali, bisogna montare sul circuito stampato siglato **LX.5032** tutti i componenti visibili in fig.137.

Sebbene lo schema di questo circuito, facendo uso di un numero maggiore di componenti, risulti un pò più complesso del precedente, seguendo le istruzioni che vi forniremo riuscirete a completarlo senza nessuna difficoltà.

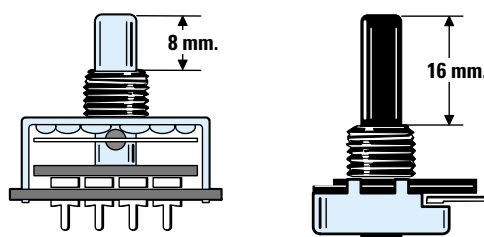



Fig.141 Prima di fissare i due potenziometri sullo stampato LX.5031, dovete accorciare i loro perni in modo che risultino lunghi 16-17 mm. Il perno del commutatore rotativo dovrà risultare lungo 8-9 mm.

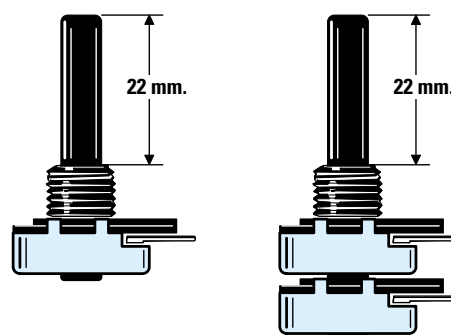



Fig.142 Anche i perni dei due potenziometri da fissare sullo stampato LX.5032 vanno accorciati, in modo che risultino lunghi all'incirca 22-23 mm, per evitare che la manopola sfreghi il pannello frontale.

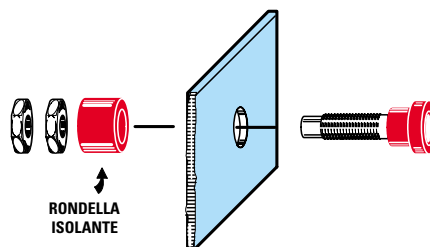



Fig.143 Come evidenziato in figura, le boccole d'uscita vanno fissate sul pannello frontale inserendo nel retro la rondella isolante sfilata dal loro corpo. In assenza di tale rondella, il segnale BF verrà cortocircuitato sul metallo del pannello.

Come prima operazione vi consigliamo di inserire sullo stampato i due **zoccoli** per gli integrati **IC1-IC2** e di stagnare i loro piedini sulle piste in rame facendo attenzione a non cortocircuitare due piedini o delle piste adiacenti con qualche **grossa** goccia di stagno.

Completata questa operazione potete continuare con tutte le **resistenze**, il **trimmer** siglato **R12** e poi i quattro **diodi** al silicio siglati **DS**.
I diodi con corpo in vetro siglati **DS1-DS2-DS3** vanno inseriti rivolgendo il lato del corpo contornato da una fascia **nera** verso sinistra, mentre il diodo con corpo plastico siglato **DS4** va inserito rivolgendo la fascia **bianca** verso destra (vedi fig.137).

Proseguendo nel montaggio stagnate i tre condensatori **ceramici** e di seguito tutti i **poliestere**.
Poiché le sigle stampigliate sui loro corpi sono diverse da quelle riportate nell'elenco componenti, per trarvi d'impaccio vi indichiamo a quali valori corrispondono:

1n = 1.000 pF
8n2 = 8.200 pF
10n = 10.000 pF
68n = 68.000 pF
.1= 100.000 pF
.47 = 470.000 pF

Dopo i condensatori poliestere potete continuare con tutti gli **elettrolitici**, per i quali va rispettata la polarità **+/–** dei due terminali.

Ora prendete il transistor siglato **BC.328** ed inseritelo nella posizione indicata **TR2** rivolgendo la parte **piatta** del corpo verso il potenziometro **R21**, quindi prendete il transistor siglato **BC.547** ed inseritelo nella posizione indicata **TR1** rivolgendo la parte **piatta** del corpo verso **TR2**, come appare anche visibile nello schema pratico di fig.137.

Dopo i transistor montate il fet siglato **BC.264** nei fori siglati **FT1** rivolgendo la parte piatta del suo corpo verso il condensatore **C17**.

A proposito di questi componenti, **TR1**-**TR2** e **FT1**, è bene ricordare di tenere i loro corpi distanziati dal circuito stampato, quindi non accorciate i loro terminali. Solo in questo modo infatti non correrete il rischio di surriscaldare con il calore del saldatore e dello stagno il loro circuito interno.

A questo punto potete dedicarvi al montaggio del potenziometro **R21** da **10K** e del **doppio** potenziometro **R10-R6** da **47K**.
Prima di fissare i loro corpi sullo stampato tramite il loro dado, dovrete **accorciare** i loro **perni** di 22 mm, come visibile in fig.142.
Per collegare i loro terminali sulle piste del circuito stampato utilizzate dei corti e sottili fili di rame **nudo**: i terminali del potenziometro **R6** vanno collegati nei tre fori presenti vicino al suo corpo, mentre i terminali del potenziometro **R10** vanno collegati nei tre fori posti vicino alla resistenza **R9**.

Prima di inserire il commutatore rotativo **S1** sul circuito stampato e stagnare i suoi terminali sulle piste, dovrete accorciato il suo perno di circa 8 mm (vedi fig.141), in modo che si trovi alla stessa altezza dei perni dei due potenziometri.

Dopo aver stagnato i fili del **portapila**, quelli del **diodo led**, quelli dell'interruttore **S2** e quelli per il collegamento alle **boccole** d'uscita, inserite nei quattro fori presenti sui lati del circuito stampato i perni dei **distanziatori** plastici provvisti di base autoadesiva e, dopo aver tolto la carta che protegge la superficie adesiva, premeteli sul pannello frontale in modo che non se ne distacchino più.

Sul pannello frontale fissate anche l'interruttore **S2**, la gemma per il **diodo led** e le due boccole d'uscita del segnale **BF**.

Prestate attenzione quando stagnerete i due fili sul diodo led, perché se li invertirete **non** si accenderà.

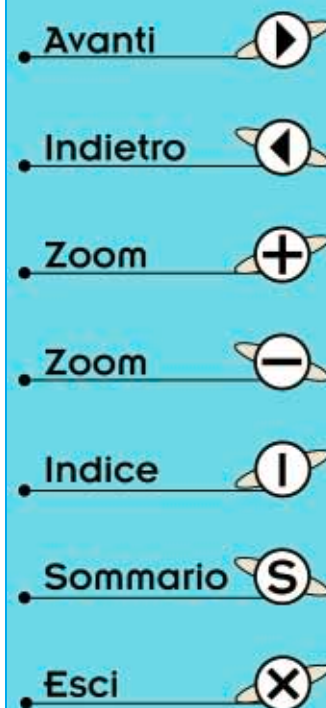
Ora che il cablaggio è terminato potete inserire negli zoccoli i due integrati **TL.082** rivolgendo la loro tacca di riferimento a forma di **U** in basso, come visibile in fig.137.

Anche se avete collegato la pila da **9 volt** non potete ancora prelevare dalle boccole d'uscita il segnale di **BF**, perché prima è necessario **tarare** il trimmer **R12**. Poiché è immaginabile che non abbiate un oscilloscopio per vedere la forma d'onda del segnale che appare in uscita, vi insegneremo tutte le operazioni da eseguire per la taratura avendo a disposizione solo un **tester**.

1 – Prendete il vostro tester e commutatelo sulla portata **1 volt fondo** scala **AC** (tensione alternata).

2 – Collegate i due **puntali** sulle boccole d'uscita.

3 – Ruotate con un piccolo cacciavite il cursore del trimmer **R12** tutto in senso **antiorario**; noterete che il tester **non** indica nessuna tensione.

4 – Ruotate la manopola del commutatore **Range** su **A**, cioè sulla gamma da **6 Hz** a **50 Hz**, poi ruotate la manopola della sintonia sui **50 Hz circa** e

la manopola del potenziometro **Signal Output** che significa **segnale** in **uscita** per il suo **massimo**.

5 – Con un cacciavite ruotate lentamente il cursore del trimmer **R12** in senso **orario** fino a trovare la posizione in cui il tester leggerà una tensione **alternata** di **1 volt**.

6 – Quando leggete sul tester **1 volt fondo scala non** ruotate oltre il cursore del trimmer **R12**, anche se notate che la tensione d'uscita aumenta, perché superando questo valore non otterreste più una perfetta **onda sinusoidale** priva di **distorsione**.

7 – Quando fate questa **taratura** alimentate il Generatore con la tensione della **pila** da **9 volt**, perché se lo alimentate con una tensione esterna di **12 volt** in uscita otterrete **1,7 volt** anzichè **1 volt**.

8 – Non provate a misurare la tensione in uscita su frequenze maggiori di **400-500 Hz**, perché sono pochi i tester che riescono a raddrizzare queste elevate frequenze.

Tenete presente che la tensione che si legge sul tester è espressa in **volt efficaci**, quindi chi volesse conoscere il valore dei **volt picco/picco** dovrà moltiplicare i **volt efficaci x 2,82**.

Se collegate una **cuffia** sulle boccole d'uscita potrete ascoltare tutte le frequenze, dalle note **basse** ai **super/acuti**, ma è necessario fare alcune piccole precisazioni: non tutte le cuffie riescono a riprodurre le frequenze sotto i **20-30 Hz**; inoltre, se per i **super/acuti** queste riescono a riprodurre anche i **20.000 Hz**, il nostro orecchio può avere delle difficoltà a sentire le frequenze oltre i **15.000 Hz**.

Possedendo un **Generatore BF** potrete controllare con estrema facilità qualsiasi amplificatore e senz'altro vi stupirete di essere riusciti seguendo questa Lezione di elettronica a costruire da voi, con una spesa irrisoria, uno strumento di lavoro che indubbiamente vi sarà molto utile.

COSTO di REALIZZAZIONE

Costo di tutti i componenti necessari per realizzare il Generatore BF **LX.5031** per onde **Triangolari** completo di circuito stampato e mobile
Lire 47.000 Euro 24,27

Costo di tutti i componenti necessari per realizzare il Generatore BF **LX.5032** per onde **Sinusoidali** completo di circuito stampato e mobile
Lire 66.000 Euro 34,09

Costo del solo circuito stampato **LX.5031**
Lire 4.600 Euro 2,38

Costo del solo circuito stampato **LX.5032**
Lire 10.000 Euro 5,16

Fig.144 Seguendo le nostre Lezioni, molti giovani sono già in grado di montare e far funzionare dei circuiti elettronici.
Questi giovani, che hanno tutti iniziato da "zero", diventeranno in un prossimo futuro dei tecnici specializzati.

Per la lettura della capacità potete utilizzare dei Tester a lancetta oppure digitali.

CAPACIMETRO per TESTER

Non vi nascondiamo che quando riceviamo lettere di stima firmate dagli insegnanti degli Istituti tecnici per il nostro corso **Imparare l'elettronica partendo da zero** ci sentiamo molto lusingati.
Sapere che i nostri sforzi per rendere chiara una materia così complessa qual è l'elettronica non sono spesi invano, ci gratifica di tutto il lavoro che c'è dietro ogni progetto, ogni disegno, ogni frase.

Spesso i professori ci esortano nelle loro lettere a proseguire su questa strada, seguitando a scrivere testi sempre così comprensibili e, con l'esperienza acquisita nei loro anni di insegnamento, sempre a diretto contatto con i loro allievi, ci danno dei suggerimenti sui circuiti che, per la loro utilità, sarebbero particolarmente graditi ad un pubblico giovane, desideroso di imparare.

Tra le tante richieste che ci sono arrivate, abbiamo scelto di esaudire quella inerente alla progettazione di un semplice ed economico **capacimetro** che, collegato ad un **tester** analogico o digitale, ci consenta di misurare qualsiasi valore di capacità partendo da pochi picofarad.
Con questo strumento anche i giovani studenti potranno individuare senza difficoltà la capacità di qualsiasi condensatore quando dal suo corpo si è **cancellata** la sigla oppure l'esatto valore di un condensatore variabile o di un compensatore ed anche il valore di un **diodo varicap**.

PRINCIPIO di FUNZIONAMENTO

Il progetto, di cui potete osservare lo schema elettrico in fig.145, utilizza **2** soli integrati digitali e risulterà utile non solo agli studenti, ma anche a quanti non possiedono ancora un preciso **capacimetro**.

Poiché il nostro obiettivo è quello di insegnare **elettronica**, non ci limiteremo a proporvi di montare i pochi componenti sul circuito stampato per vederlo subito funzionare, ma ci dilungheremo sul suo principio di funzionamento.
Per questo schema infatti, abbiamo adottato delle soluzioni ingegnose, che ogni bravo tecnico progettista potrà mettere a frutto per altre applicazioni, se avrà la pazienza di leggere tutto l'articolo.

Per capire come funziona questo capacimetro dobbiamo innanzitutto conoscere come cambiano i **livelli logici** dei due Nand collegati in configurazione **flip/flop SR** (queste due lettere significano **S**et-**R**eset).

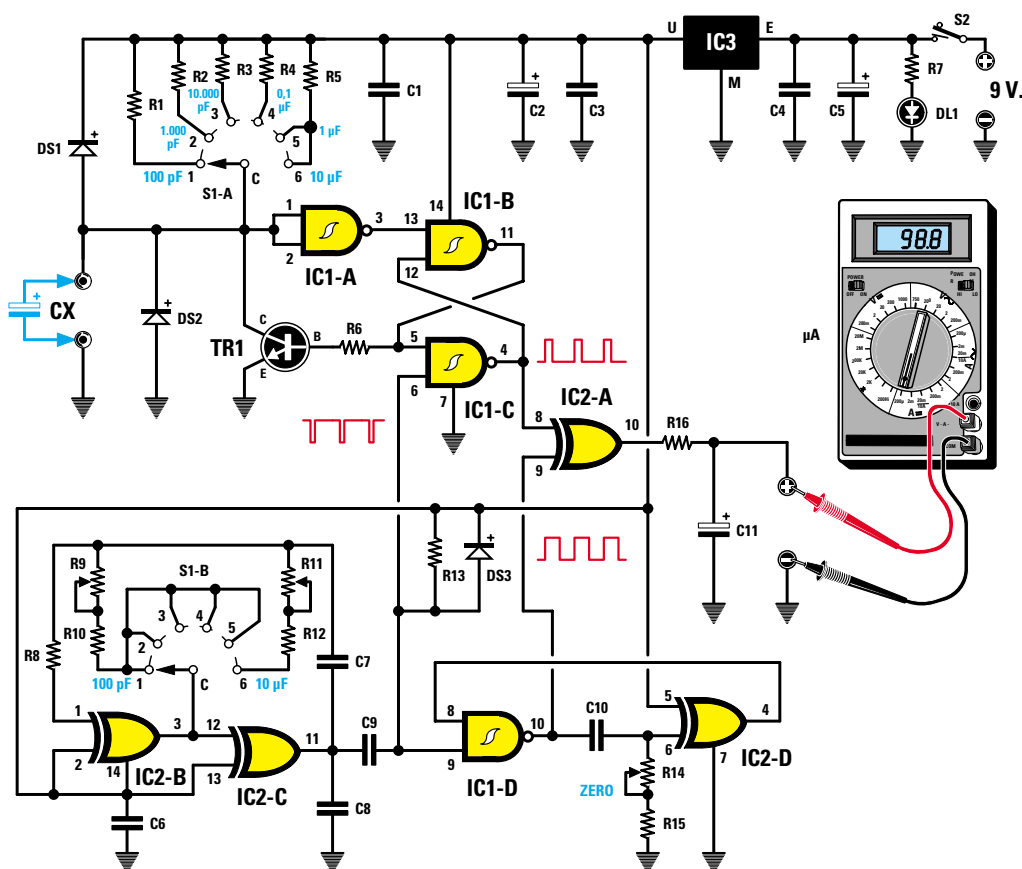



Fig.145 Schema elettrico del capacimetro. Nota: se all'uscita del capacimetro collegate un Tester a lancetta commutato sulla portata 100 microamper, dovete utilizzare per la R16 un valore di 22.000 ohm, mentre se collegate un Tester commutato sulla portata 300 microamper dovete utilizzare per la R16 un valore di 5.600 ohm.

ELENCO COMPONENTI LX.5033

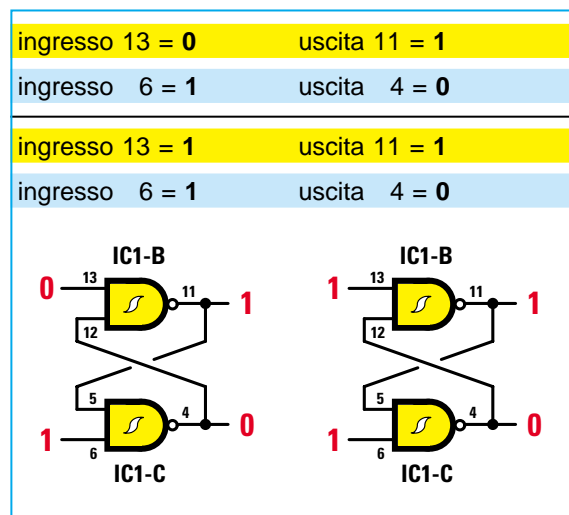
R1 = 1 megaohm 1%
R2 = 100.000 ohm 1%
R3 = 10.000 ohm 1%
R4 = 1.000 ohm 1%
R5 = 100 ohm 1%
R6 = 2.200 ohm
R7 = 820 ohm
R8 = 1 Megaohm
R9 = 5.000 ohm trimmer
R10 = 8.200 ohm
R11 = 50.000 ohm trimmer
R12 = 68.000 ohm
R13 = 10.000 ohm
R14 = 100.000 ohm pot. lin.
R15 = 4.700 ohm
R16 = 22.000 ohm (vedi nota)
C1 = 100.000 pF poliestere
C2 = 47 mF elettrolitico
C3 = 100.000 pF poliestere
C4 = 100.000 pF poliestere
C5 = 100 mF elettrolitico
C6 = 100.000 pF poliestere
C7 = 6.800 pF poliestere
C8 = 470 pF ceramico
C9 = 470 pF ceramico
C10 = 1.500 pF poliestere
C11 = 22 mF elettrolitico
DS1 = diodo tipo 1N.4007
DS2 = diodo tipo 1N.4007
DS3 = diodo tipo 1N.4150
DL1 = diodo led
TR1 = NPN tipo BC.547
IC1 = C/Mos tipo 4093
IC2 = C/Mos tipo 4070
IC3 = MC.78L05
S1 = commut. 2 vie 6 pos.
S2 = interruttore

Nota: tutte le resistenze utilizzate in questo circuito sono da 1/4 di watt.

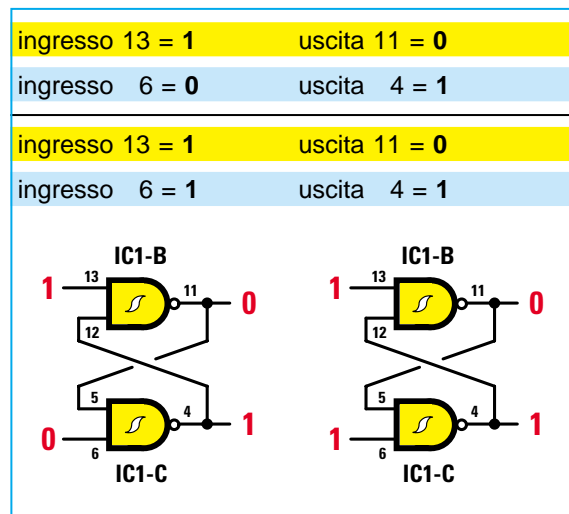
Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

Nel nostro schema elettrico (vedi fig.145) il flip/flop è siglato **IC1/B-IC1/C**.
I piedini **13-6** sono gli **ingressi**, mentre quelli numerati **11-4** sono le **uscite**.
Tenendo conto dei livelli logici in ingresso, sulle uscite del flip/flop possiamo ottenere un determinato livello logico, come qui sotto richiamato:

1ª CONDIZIONE Fig.146

ingresso	uscita
ingresso 13 = **0**	uscita 11 = **1**
ingresso 6 = **1**	uscita 4 = **0**
ingresso 13 = **1**	uscita 11 = **1**
ingresso 6 = **1**	uscita 4 = **0**

Nella **1ª condizione**, cioè quando il piedino d'ingresso **13** è a livello logico **0** ed il piedino **6** a livello logico **1** (vedi disegno a sinistra), sull'uscita **11** ritroviamo un livello logico **1** e sull'uscita **4** un livello logico **0**.
Se il piedino d'ingresso **13** passa dal livello logico **0** al livello logico **1** (vedi disegno a destra), il livello logico sulle due uscite **non** cambia, quindi ritroveremo nuovamente i livelli logici **1-0**.

2ª CONDIZIONE Fig.147

ingresso	uscita
ingresso 13 = **1**	uscita 11 = **0**
ingresso 6 = **0**	uscita 4 = **1**
ingresso 13 = **1**	uscita 11 = **0**
ingresso 6 = **1**	uscita 4 = **1**

Passando alla **2ª condizione** possiamo notare che quando il piedino d'ingresso **13** è a livello logico **1** ed il livello logico sul piedino **6** passa dal livello logico **1** al livello logico **0** (vedi disegno a sinistra), rispetto alla condizione precedente, cambia il livello logico sulle due uscite, quindi sul piedino **11** ritroviamo un livello logico **0** e sul piedino **4** un livello logico **1**.
Se il piedino d'ingresso **6** passa dal livello logico **0** al livello logico **1** (vedi disegno a destra), il livello logico sulle due uscite **non** cambia, quindi ritroveremo nuovamente i livelli logici **0-1**.
Per riportare le due uscite sui livelli logici **1-0** è necessario che il piedino d'ingresso **13**, che ora si trova a livello logico **1**, si porti a livello logico **0**, come visibile nel disegno a sinistra di fig.146.

Stabilito come cambiano i livelli logici sulle uscite del **flip/flop S-R**, possiamo proseguire con la descrizione del circuito, perché ora siete in grado di capire più facilmente come si possa misurare la capacità di un condensatore.

Infatti, ogni volta che viene collegato un condensatore sulle boccole **CX**, il flip/flop si trova nella condizione visibile a sinistra in fig.146, cioè sul piedino d'uscita **11** abbiamo un livello logico **1** e sul piedino d'uscita **4** un livello logico **0**.

Poiché sul piedino d'uscita **11** è collegata la **B**ase del transistor **TR1**, questo ricevendo un livello logico **1**, vale a dire una tensione **positiva**, si porta in conduzione cortocircuitando a **massa** tramite il suo **C**ollettore l'ingresso **CX**.

Come potete vedere dallo schema elettrico, il secondo piedino d'ingresso **6** del flip/flop è collegato, tramite il condensatore **C9**, sullo stadio oscillatore composto dagli Or esclusivi **IC2/B-IC2/C**.

Questo stadio provvede ad inviare sul piedino **6** una sequenza di impulsi a livello logico **0** che permettono al flip/flop **IC1/B-IC1/C** di cambiare i livelli logici sulle due uscite **11-4**, come abbiamo riportato nelle figg.146-147.

Come abbiamo detto, non appena si collega un condensatore alle boccole, sul piedino d'uscita **11** del flip/flop abbiamo un livello logico **1** e sul piedino d'uscita **4** un livello logico **0** (vedi fig.146 a sinistra).

Ogni volta che l'oscillatore **IC2/B-IC2/C** invia sul piedino **6** del flip/flop un impulso a livello logico **0**, sul piedino d'uscita **11** si ha un livello logico **0** e sul piedino d'uscita **4** un livello logico **1**, cioè si presenta la situazione visibile in fig.147 a sinistra.

Nell'istante in cui il piedino d'uscita **11** si porta a li-

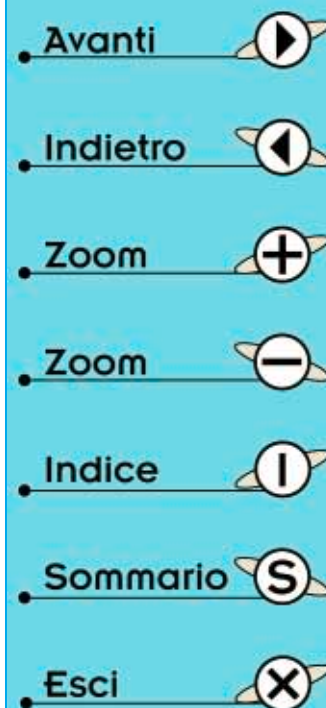
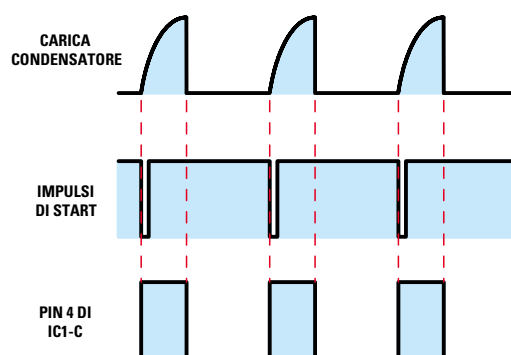



Fig.148 Se il condensatore applicato sulle boccole CX ha una bassa capacità, sul piedino 4 del flip/flop otterrete un'onda quadra che rimane a livello logico 1 per un tempo minore del livello logico 0.

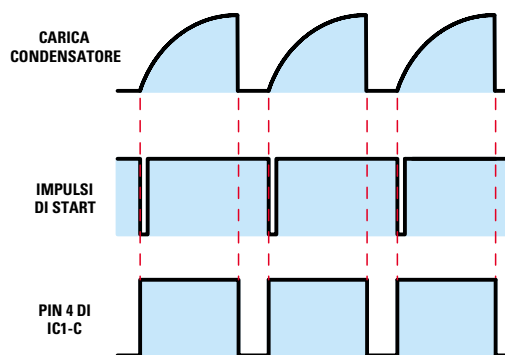



Fig.149 Se il condensatore applicato sulle boccole CX ha una elevata capacità, sul piedino 4 del flip/flop otterrete un'onda quadra che rimane a livello logico 1 per un tempo maggiore del livello logico 0.

vello logico **0**, automaticamente il transistor **TR1** elimina il **cortocircuito** sull'ingresso **CX**.
In queste condizioni il condensatore collegato su questi terminali inizia a caricarsi con la tensione **positiva** fornita dal commutatore rotativo **S1/A**.

Quando la tensione ai capi del condensatore raggiunge il suo valore massimo, sull'ingresso del Nand **IC1/A** ritroviamo un livello logico **1** e poiché questo Nand è collegato come **inverter**, sulla sua uscita avremo un livello logico **0**, che raggiungendo il piedino **13** del flip/flop, farà nuovamente cambiare i livelli logici sulle uscite come rappresentato nel disegno a sinistra in fig.147.

Ritornando un livello logico **1** sul piedino d'uscita **11** del flip/flop, il transistor **TR1** si porta nuovamente in conduzione **cortocircuitando** le due boccole **CX** e così il condensatore che deve essere misurato si **scarica** rapidamente.

Quando sul piedino d'ingresso **6** di **IC1/C** giunge dallo stadio oscillatore **IC2/B-IC2/C** un successivo impulso a livello logico **0**, le uscite del flip/flop cambiano di stato da **1-0** a **0-1** ed in queste condizioni il condensatore potrà nuovamente **caricarsi** per poi **scaricarsi** quando le uscite del flip/flop passeranno da **0-1** a **1-0**.

In sostanza l'impulso a livello logico **0** che giunge sul piedino **6** del flip/flop è l'impulso di **start** che provvede a far **caricare** il condensatore applicato sulle boccole **CX**.
Quando ai capi del condensatore viene raggiunto il **livello logico 1** di **soglia** richiesto, sull'uscita dell'**inverter** ritroviamo un livello logico **0** che entrando sul piedino **13** del flip/flop fa cambiare i livelli logici sulle uscite **11-4** (vedi fig.146 di sinistra) ottenendo così la funzione di **stop**.

Se il valore della capacità applicata sulle boccole **CX** è di **pochi picofarad**, il condensatore si carica molto **velocemente** e quindi sul piedino d'uscita **4** del flip/flop ritroviamo un'onda quadra che rimane a livello logico **1** per un tempo **minore** rispetto al livello logico **0** (vedi fig.148).

Se il valore della capacità **X** è di **molti picofarad**, il condensatore si carica più **lentamente** e quindi sul piedino d'uscita **4** del flip/flop ritroviamo un'onda quadra che rimane a livello logico **1** per un tempo **maggiore** del livello logico **0** (vedi fig.149).

Tramite la resistenza **R16**, le onde quadre vengono applicate al condensatore elettrolitico **C11** per ottenere un valore di **tensione** proporzionale alla **larghezza** degli impulsi che potremo leggere con qualsiasi **tester**.
In pratica se con un condensatore da **100 pF** si ottiene un valore di tensione in grado di far deviare la lancetta del **tester** a **fondo** scala, inserendo un condensatore da **50 pF** si otterrà un valore di tensione che farà deviare la lancetta dello strumento solo a **metà** scala.

Questa soluzione si potrebbe adottare per determinare il valore dei condensatori ad **elevata** capacità, ma per i condensatori di **bassa** capacità non va bene, perchè vi sono delle **capacità parassite**, quelle del circuito stampato e di tutti i collegamen-

ti, che possono aggirarsi sui **40-50 pF**, pertanto se non provvediamo ad eliminarle otterremo delle letture **errate**.

Misurando un condensatore da **22 pF**, potremmo leggere sul tester **62-72 pF** e misurando un condensatore da **100 pF** potremmo leggere **140-150 pF** ed un capacimetro che non indichi l'**esatto** valore della capacità collegata sui morsetti **CX**, non può essere considerato un valido strumento di misura.

Per ovviare a questo inconveniente abbiamo inserito nel circuito un oscillatore **monostabile**, composto dal Nand **IC1/D** e dall'Or esclusivo **IC2/D**, pilotato in sincronismo con l'oscillatore **IC2/B-IC2/C**, che ci permetterà di **sottrarre** qualsiasi **capacità parassita** ruotando il solo potenziometro **R14**.

Come potete vedere nello schema elettrico, il piedino d'uscita **4** del flip/flop **IC1/C** risulta collegato sul piedino **8** dell'Or esclusivo d'uscita siglato **IC2/A** e l'opposto piedino **9** risulta collegato sul piedino **10** dell'oscillatore **monostabile**.

Agendo sul potenziometro **R14** noi possiamo allargare o restringere l'impulso d'uscita fornito da questo **oscillatore monostabile**.

L'Or esclusivo **IC2/A** ci permette di **sottrarre** qualsiasi valore di **capacità parassita** in modo da portare la lancetta del **tester** sullo **0** della sua scala graduata (vedi fig.152).

Consideriamo la **tavola** della **verità** di un **Or esclusivo** con le sue quattro combinazioni.

ingresso pied. 8	ingresso pied. 9	uscita pied. 10
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Come potete facilmente notare, sul piedino d'uscita **10** ritroviamo sempre un **livello logico 1**, cioè una tensione **positiva** quando sul piedino d'ingresso **9** è presente un livello logico **diverso** da quello che appare sul piedino d'ingresso **8**.
Solo quando su entrambi i due ingressi è presente un livello logico **1-1** oppure **0-0**, sull'uscita ritroviamo un livello logico **0** vale a dire **zero** volt.

Questo Or esclusivo impedirà di far deviare la lancetta del tester sotto il valore di **0 volt** quando si ruota il potenziometro **R14** per sottrarre la **capacità parassita**.
Quanto appena detto potrebbe non aver chiarito a tutti come funziona l'Or esclusivo **IC2/A**, quindi ci aiuteremo anche con un disegno.

In fig.150 abbiamo riportato le forme d'onda degli impulsi generati da una **capacità parassita** che entrano sul piedino **8** di **IC2/A** e quelli che applichiamo sul piedino **9** per poterla **annullare**.
Poiché l'impulso sul piedino **8** risulta più **largo** rispetto a quello presente sul piedino **9**, quando quest'ultimo si porta a livello logico **0** sul piedino **8** risulta ancora un livello logico **1**.
Dalla **tavola della verità** abbiamo appreso che quando sugli ingressi abbiamo **1-0**, in uscita ritroviamo un livello logico **1** e questo livello fa deviare la lancetta dello strumento su un valore di tensione proporzionale al tempo in cui il piedino **8** rimane a livello logico **1**.

Ora guardate la fig.151 dove gli impulsi generati dalla **capacità parassita** risultano più **stretti** rispetto a quelli che entrano sul piedino **9**.
Quando l'impulso sul piedino **8** si porta a livello logico **0** e sull'opposto piedino **9** risulta ancora presente un livello logico **1**, cioè sugli ingressi abbiamo i valori **0-1**, dalla **tavola della verità** sappiamo che in uscita abbiamo sempre un livello logico **1**, che fa deviare la lancetta dello strumento su un valore di tensione che questa volta risulta proporzionale al tempo in cui il piedino **9** rimane a livello logico **1**.

Se ruotiamo il potenziometro **R14** in modo da ottenere sul piedino **9** un impulso **largo** esattamente tanto quello presente sul piedino **8** (vedi fig.152), quando entrambi si trovano a livello logico **1** in uscita abbiamo un livello logico **0** e quando entrambi si portano a livello logico **0** nuovamente sull'uscita ritroviamo un livello logico **0**, cioè nessuna tensione, pertanto la lancetta del **tester** si posizionerà esattamente sullo **0** della scala graduata.
Avendo totalmente **annullato** la tensione fornita dalle **capacità parassite**, la tensione che in seguito otterremo sarà **solo** quella fornita dal condensatore applicato sui terminali d'ingresso **CX**.

SCHEMA ELETTRICO

Svelati tutti i segreti, di questo schema elettrico rimane ben poco da dire.
Il commutatore **S1/A** con le sue **6** posizioni provvede a collegare sul terminale **CX** la tensione positiva di **5 volt** fornita dall'integrato **IC3** utilizzando cinque diversi valori di resistenze di **precisione**.

Poiché volevamo che la **massima capacità** applicata su ognuna delle prime **5** portate riuscisse a

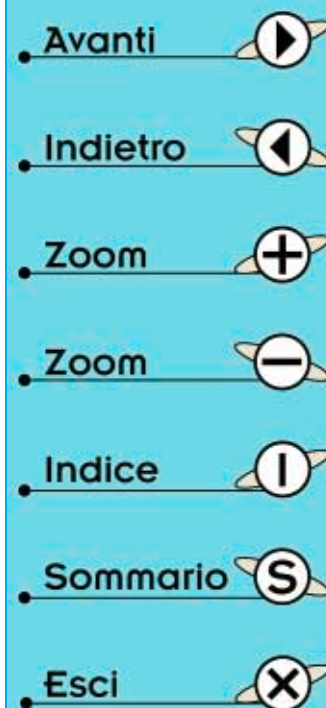
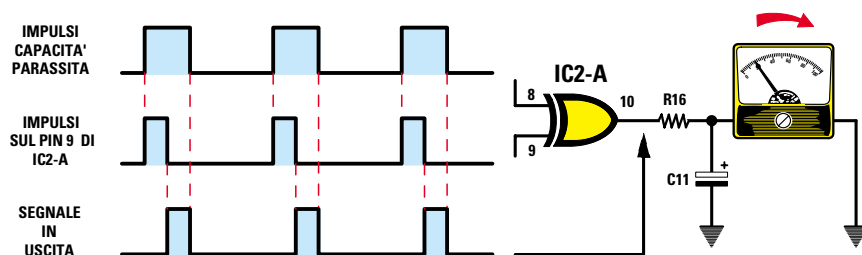



Fig.150 Se gli impulsi di compensazione applicati sul piedino 9 risultano più "stretti" di quelli della capacità parassita, la lancetta dello strumento indicherà sempre un valore di tensione positiva pari alla differenza tra le due larghezze degli impulsi.
Per poter ottenere degli impulsi larghi esattamente quanto quelli generati dalle capacità parassite, si dovrà ruotare il potenziometro R14 fino a far deviare la lancetta del Tester esattamente sull'inizio della scala graduata.

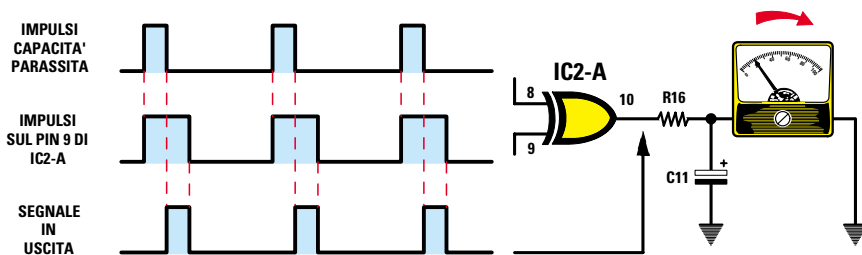



Fig.151 L'Or esclusivo IC2/A utilizzato per caricare il condensatore d'uscita C11 permette di annullare le capacità parassite del circuito, applicando sul piedino 9 degli impulsi che risultino "larghi" quanto quelli generati dalle capacità parassite che entrano nel piedino 8. Se gli impulsi di compensazione applicati sul piedino 9 risultano più larghi di quelli della capacità parassita, la lancetta del Tester indicherà un valore di tensione positiva pari alla differenza tra la le due larghezze.

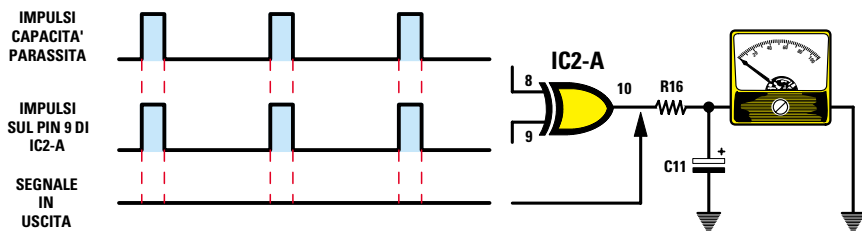



Fig.152 Quando gli impulsi che entrano nei piedini 8-9 dell'Or esclusivo IC2/A risultano di identica larghezza, si annulleranno automaticamente tutte le capacità parassite e in questa condizione la lancetta del Tester si posizionerà sullo 0. Con la lancetta posta sullo 0, qualsiasi tensione otterrete sull'uscita dell'Or esclusivo IC2/A sarà quella fornita dal condensatore posto su CX e in questo modo potrete rilevare, con una elevata precisione, anche pochi picofarad.

caricarsi in un tempo pari a **100 microsendi**, abbiamo calcolato il valore delle resistenze in **kiloohm** utilizzando questa semplice formula:

kiloohm = (microsecondi : picofarad) x 1.000

Quindi per far deviare la lancetta del **tester** sul fondo scala con **100 pF - 1.000 pF - 10.000 pF - 100.000 pF** e **1 - 10 microfarad** abbiamo dovuto utilizzare questi valori di resistenze:

100 pF	=	**R1** da **1.000 kiloohm** o **1 mega**
1.000 pF	=	**R2** da **100 kiloohm**
10.000 pF	=	**R3** da **10 kiloohm**
100.000 pF	=	**R4** da **1 kiloohm**
1 microF	=	**R5** da **0,1 kiloohm** o **100 ohm**

Solo per l'ultima portata, quella dei **10 microfarad**, anziché usare una resistenza di precisione da **10 ohm** si è preferito utilizzare la **R5** da **100 ohm**, allungando il **tempo** dello stadio oscillatore **IC2/B-IC2/C** tramite la resistenza **R12** e il trimmer **R11**.
Per alimentare i quattro **Nand** contenuti all'interno del corpo dell'integrato **4093** e i quattro **Or** esclusivi contenuti all'interno del corpo dell'integrato **4070** abbiamo utilizzato una pila da **9 volt**.
Per evitare che la pila scaricandosi influenzi la **precisione** della lettura, questa tensione viene stabilizzata sul valore di **5 volt** dall'integrato **IC3**, un piccolo **78L05**.

Da ultimo sappiate che i due diodi al silicio **DS1-DS2** applicati sull'ingresso servono per proteggere l'inverter **IC1/A** nell'eventualità si applichi sui terminali **CX** un condensatore **carico**.
Per non danneggiare questo **inverter** sarebbe comunque consigliabile, prima di inserire un condensatore di **elevata** capacità sull'ingresso **CX**, **scaricarlo** cortocircuitando i suoi due terminali con la lama di un cacciavite.

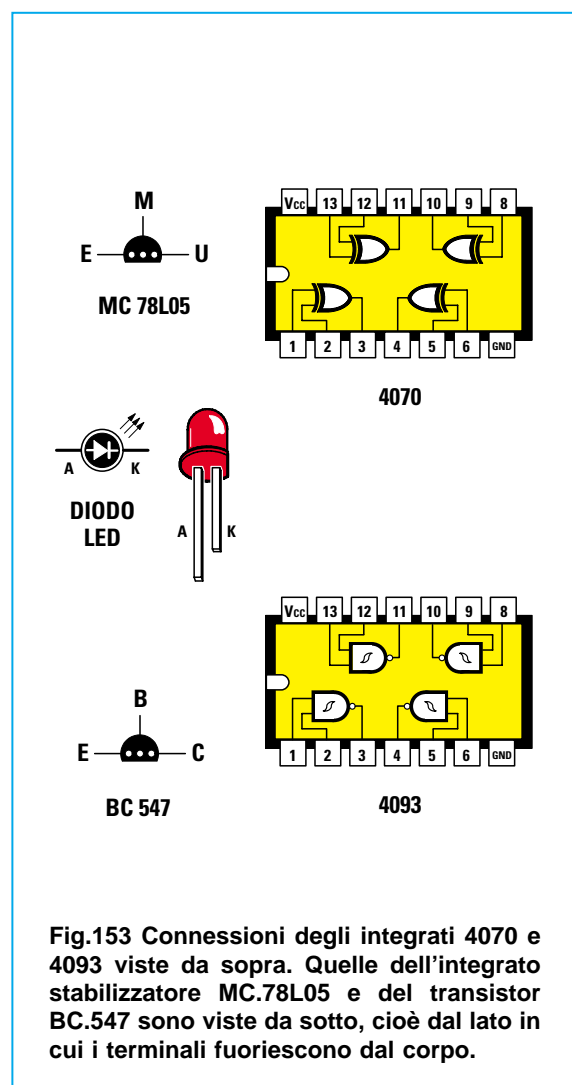



Fig.153 Connessioni degli integrati 4070 e 4093 viste da sopra. Quelle dell'integrato stabilizzatore MC.78L05 e del transistor BC.547 sono viste da sotto, cioè dal lato in cui i terminali fuoriescono dal corpo.

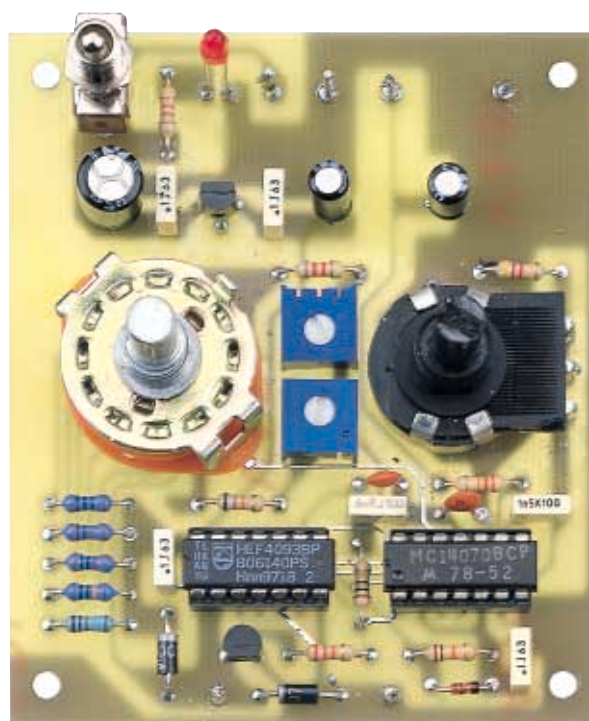



Fig.154 Foto dello stampato LX.5033 con sopra montati tutti i componenti. I trimmer posti al centro dello stampato servono per tarare il capacimetro con i due condensatori campione inseriti nel kit.

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

Fig.155 Schema pratico di montaggio del capacimetro. I terminali del commutatore rotativo S1 e quelli del deviatore S2 vanno inseriti nei fori presenti nello stampato come visibile in fig.156.

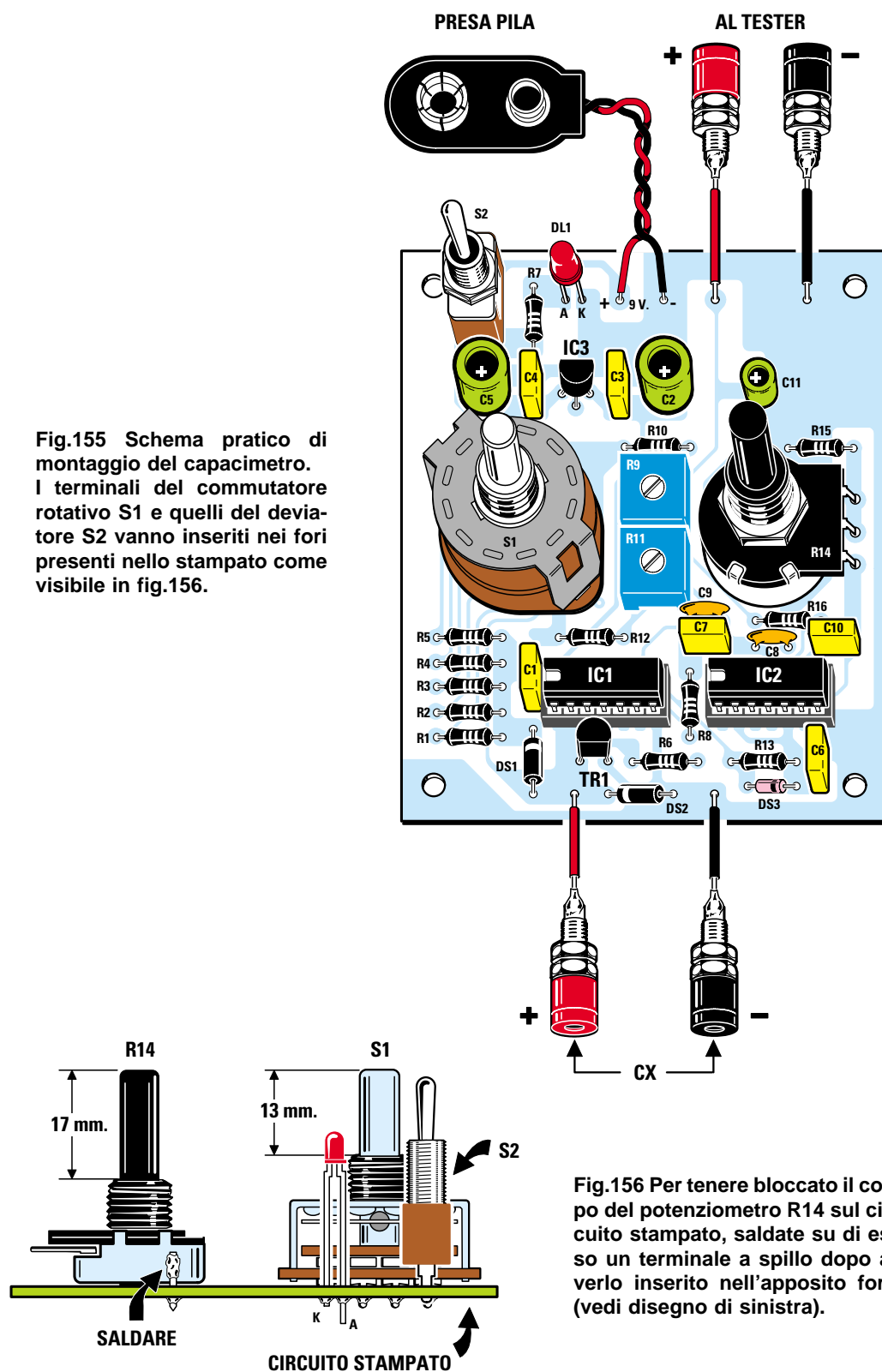



Fig.156 Per tenere bloccato il corpo del potenziometro R14 sul circuito stampato, saldate su di esso un terminale a spillo dopo averlo inserito nell'apposito foro (vedi disegno di sinistra).

REALIZZAZIONE PRATICA

Nel kit che abbiamo preparato per questo progetto troverete tutti i componenti necessari alla sua realizzazione, comprese le resistenze di precisione, il mobile plastico, più i due condensatori che vi serviranno per la **taratura**.

Vi consigliamo di iniziare il montaggio del circuito inserendo nello stampato i due **zoccoli** per gli integrati, quindi proseguite con tutte le **resistenze**.

Importante: prima di inserire la resistenza **R16** controllate se il **tester analogico** che collegherete sull'uscita di questo capacimetro ha una portata di **100** o di **300 microamper CC**.
Se ha la portata dei **100 microamper** dovrete inserire per **R16** il valore di **22.000 ohm**.
Se ha la sola portata dei **300 microamper** dovrete inserire per **R16** il valore di **5.600 ohm**.

Nel kit troverete entrambe queste resistenze, quindi al termine del montaggio vi rimarrà una resistenza da **5.600 ohm** o da **22.000 ohm**.

Se collegate al circuito un **tester digitale** dovrete inserire la resistenza da **22.000 ohm** ed utilizzare la portata dei **200 microamper CC** fondo scala.

Se vi trovate in difficoltà a decifrare il codice colori delle resistenze di **precisione**, specifichiamo di seguito i colori riportati sui loro corpi.

R1 da **1 Mega** **= marrone-nero-nero-giallo-verde**
R2 da **100 K** **= marrone-nero-nero-arancio-marrone**
R3 da **10 K** **= marrone-nero-arancio-marrone**
R4 da **1 K** **= marrone-nero-nero-marrone-marrone**
R5 da **100 ohm** **= marrone-nero-nero-nero-marrone**

Purtroppo non sempre i colori risultano ben definiti sui loro corpi, per cui il **giallo** può facilmente essere confuso con l'**arancio** o il **rosso** con il marrone. Se doveste avere anche solo un dubbio, vi consigliamo di controllarle con un tester.

Dopo le resistenze potete montare sul circuito tutti i **diodi** al silicio rivolgendo la **fascia** che contorna un solo lato del corpo come riportato in fig.155.
Il diodo **DS1** con corpo in plastica ha la **fascia bianca** rivolta verso il condensatore **C1**.
il diodo **DS2** con corpo in plastica ha la **fascia bianca** rivolta verso il diodo **DS1**.
Il diodo **DS3** con corpo in vetro ha la **fascia nera** rivolta verso il condensatore **C6**.

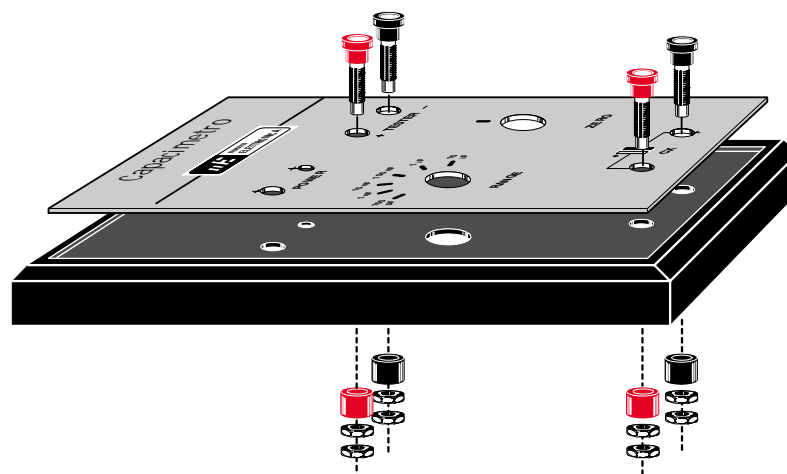
Ora potete dedicarvi al montaggio di tutti i **condensatori** e per i soli **elettrolitici** dovrete rispettare la polarità **+/–** dei due terminali.

Proseguendo inserite i trimmer **R9-R11**, che non avrete difficoltà a distinguere perché sul corpo di **R9** c'è la sigla **502** e sul corpo di **R11** la sigla **503**.

A questo punto montate l'integrato **IC3**, siglato **78L05**, tra i due condensatori **C4-C3** rivolgendo la parte **piatta** del suo corpo verso il diodo **DL1**, poi inserite anche il transistor **TR1** rivolgendo la parte **piatta** del suo corpo verso le boccole d'uscita **CX**.

Sulla sinistra del circuito stampato inserite i terminali del commutatore rotativo **S2** e sulla destra il potenziometro **R14**.
Poiché il corpo del potenziometro deve risultare ben fermo sul circuito stampato, per evitare che ruotando la sua manopola se ne distacchi vi con-

Fig.157 Il circuito stampato andrà fissato all'interno del mobile plastico con 4 viti autofilettanti. Nel vano posto in alto inserirete la pila di alimentazione da 9 volt.

Fig.158 Prima di fissare le boccole sul pannello di alluminio dovete sfilare dal loro corpo la rondella in plastica, reinserendola poi dalla parte interna del mobile.

sigliamo di inserire nel circuito stampato un piccolo **terminale** capifilo che stagnerete sul corpo metallico del potenziometro come visibile in fig.156.
Ovviamente prima di inserire il commutatore ed il potenziometro dovrete accorciare i loro perni.

In alto a sinistra saldate i terminali dell'interruttore **S2** tenendo il suo corpo leggermente distanziato dal circuito stampato in modo che la levetta possa uscire dal coperchio superiore del mobile.
Alla destra del deviatore inserite il diodo led rivolgendo il terminale **più lungo** nel foro contrassegnato dalla lettera **A** (vedi fig.155).
Per completare il montaggio non vi rimane che introdurre la **presa** pila nel vano portapila e saldare i suoi due fili nel circuito stampato.
Ora potete innestare nei due zoccoli gli integrati **IC1-IC2** rivolgendo la loro tacca di riferimento a forma di **U** verso sinistra.

Infine saldate dei corti spezzoni di filo sui terminali che collegano al circuito le boccole **tester** e quelle siglate **CX**. Quando fisserete queste boccole sul coperchio del mobile dovrete sfilare dal loro corpo la **rondella** di **plastica** che andrà nuovamente inserita sulla parte interna del coperchio (vedi fig.158).

Il montaggio è ora concluso, ma prima di chiudere il mobile dovete tarare i due trimmer **R9-R11** come ora vi spiegheremo.

TARATURA del CAPACIMETRO

Per la taratura di questo strumento dovete collegare i puntali di un tester alle boccole d'uscita del capacimetro rispettando la polarità, quindi il terminale **positivo** va collegato alla **boccola +**.
Se il **tester** è **analogico**, cioè a lancetta, commutatelo sulla portata dei **100 microamper CC** oppure sulla portata dei **300 microamper** solo se avete inserito per la **R16** una resistenza da **5.600 ohm**, diversamente la lancetta dello strumento devierà fino ad un massimo di **1/3** della scala.
Se avete un tester **digitale** commutatelo sulla portata dei **200 microamper CC** e mantenete per **R16** il valore di **22.000 ohm**.

Per la lettura delle capacità dovrete utilizzare la scala graduata da **0** a **100**.
Per la portata dei **100 pF** fondo scala leggerete direttamente il valore in **picofarad**.
Per la portata **1.000 pF** dovrete aggiungere uno **0** al valore misurato sulla scala graduata.
Per la portata dei **10.000 pF** dovrete aggiungere due **00** al valore misurato sulla scala.
Per la portata **100.000 pF** dovrete aggiungere tre **000** per leggere la capacità espressa in **picofarad**; non aggiungendo nessuno zero il valore misurato sarà espresso in **nanofarad**.
Per la portata **1 microfarad** fondo scala dovrete **sottrarre** due **00**.
Per la portata **10 microfarad** fondo scala dovrete **sottrarre** un solo **0**.

Chiarito ciò, ruotando il commutatore **S2** sulla portata **100 pF** noterete subito che la lancetta vi indicherà un valore in corrente anche se non avete ancora applicato nessun condensatore alle boccole **CX** d'ingresso. Questo valore di corrente non è altro che quella **capacità parassita** che dovete **annullare** ruotando il potenziometro **R14** fino a portare la lancetta dello strumento esattamente sullo **0** (vedi fig.152).

Ottenuta questa condizione, collegate sull'ingresso **CX** il condensatore campione da **82 pF**, incluso nel kit e contraddistinto da un'etichetta che indica la sua **esatta** capacità, che, a causa della sua **tolleranza**, potrebbe risultare di **80-86-87 pF**.

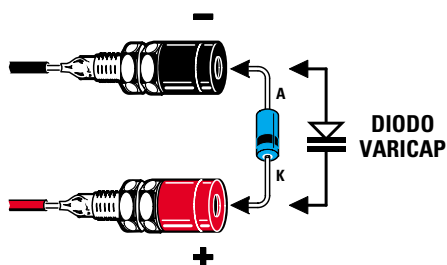



Fig.159 Questo capacimetro vi permetterà anche di conoscere la capacità massima di un Diodo Varicap se inserirete il terminale K (lato del corpo con la fascia di riferimento) nella boccola indicata +.

Senza tenere stretto il suo corpo con le mani per non surriscaldarlo, ruotate il trimmer **R9** fino a portare la lancetta del tester sul valore che trovate indicato nell'etichetta.
Se sull'etichetta è riportato **80 pF** portate la lancetta sul numero **80**, se risulta da **86 pF** portate la lancetta sul numero **86**.

Ora prendete il condensatore poliestere da **1 microfarad** inserito nel kit per la taratura.
Applicatelo sull'ingresso **CX** e ruotate il commutatore **S2** sulla portata **10 microfarad** fondo scala, quindi tarate il trimmer **R11** fino a far deviare la lancetta del tester sul numero **10** che corrisponde a **1 microfarad** su una scala graduata da **0** a **100**.

Se avete un **tester digitale** la taratura risulterà facilitata perché il suo esatto valore apparirà direttamente in numeri sui **display**.

PER CONCLUDERE

Questo semplice capacimetro oltre a permettervi di individuare subito il valore di **capacità** di qualsiasi condensatore fino ad un massimo di **10 microfarad** vi permetterà di conoscere anche la capacità **massima** di un **diodo varicap**.
Per misurare questi diodi dovrete collegare il terminale **K** sulla boccola **+** dell'ingresso **CX**, come riportato in fig.159. Inserendo infatti, questo diodo in senso **inverso** la lancetta dello strumento andrà a fondo scala.

Con questo strumento potrete valutare persino il valore di **tolleranza** di ogni condensatore e stabilire come **varia** la capacità al variare della **temperatura**.

Prendete ad esempio un condensatore **ceramico** e collegatelo sull'ingresso **CX**, poi avvicinate al suo corpo la punta del saldatore e vedrete immediatamente che all'aumentare della **temperatura** varia il valore della sua capacità.
Quindi per non rischiare di scaldare il condensatore da misurare, alterando così la sua reale capacità, è preferibile non tenerlo con le mani, ma servirsi di due **banane** complete di **coccodrilli** che inserirete sulle boccole d'uscita per poter afferrare i terminali del condensatore.
Se ad esempio collegate un condensatore ceramico da **220 pF**, che a causa della sua **tolleranza** potrebbe essere indicato da **226 pF**, noterete che riscaldando il suo corpo la sua capacità **aumenta** fino ad arrivare anche a **300 pF**, mentre raffreddandosi ritornerà alla capacità iniziale.

A titolo informativo sappiate inoltre che esistono dei condensatori con **coefficiente negativo**, vale a dire che la loro capacità si **riduce** all'aumentare della temperatura, e altri che risultano totalmente insensibili alle variazione di temperatura.

Ribadiamo nuovamente che prima di collegare un condensatore di elevata capacità, come ad esempio gli **elettrolitici**, sulle due boccole d'ingresso **CX**, è buona norma cortocircuitare **sempre** i suoi terminali, perché se ancora **carichi** si potrebbe danneggiare la porta **IC1/A**.
Il terminale **positivo** dei condensatori elettrolitici andrà sempre rivolto sulla boccola rossa **+**.

Per terminare vi informiamo che in sostituzione del **tester** potreste anche utilizzare uno strumento da **100 microamper** fondo scala.

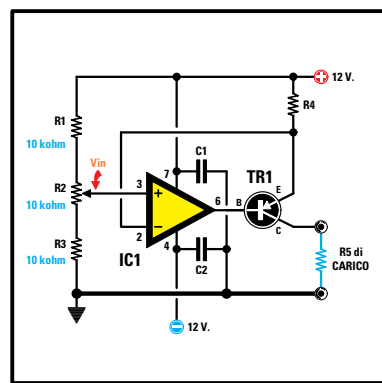
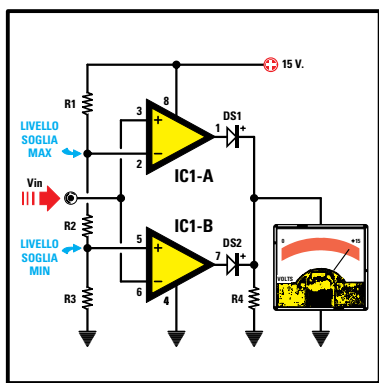
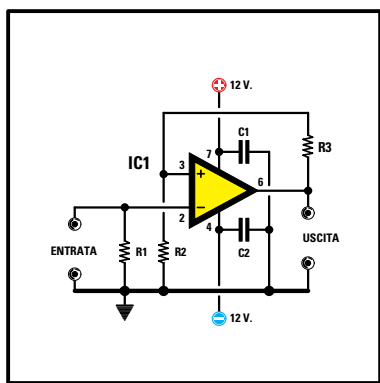
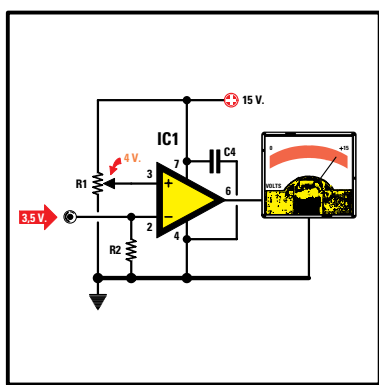
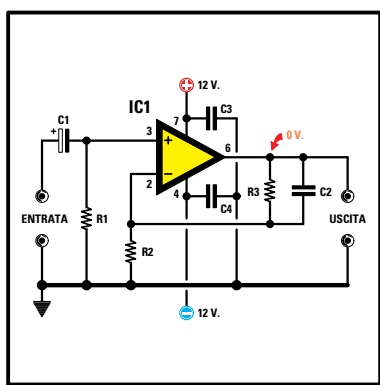
COSTO di REALIZZAZIONE

Costo di tutti i componenti necessari per realizzare il capacimetro **LX.5033** (vedi figg.155-157) completo di mobile con pannello forato e serigrafato, due manopole, quattro banane e due coccodrilli per pinzare i terminali del condensatore
Lire 59.000 Euro 30,47

Costo del solo circuito stampato **LX.5033**
Lire 6.200 Euro 3,20

Tutti prezzi sono già **comprensivi** di IVA. Coloro che richiedono il kit in **contrassegno**, dovranno aggiungere le spese postali richieste dalle P.T. che si aggirano intorno a **L.7.000 Euro 3,62** per pacco.

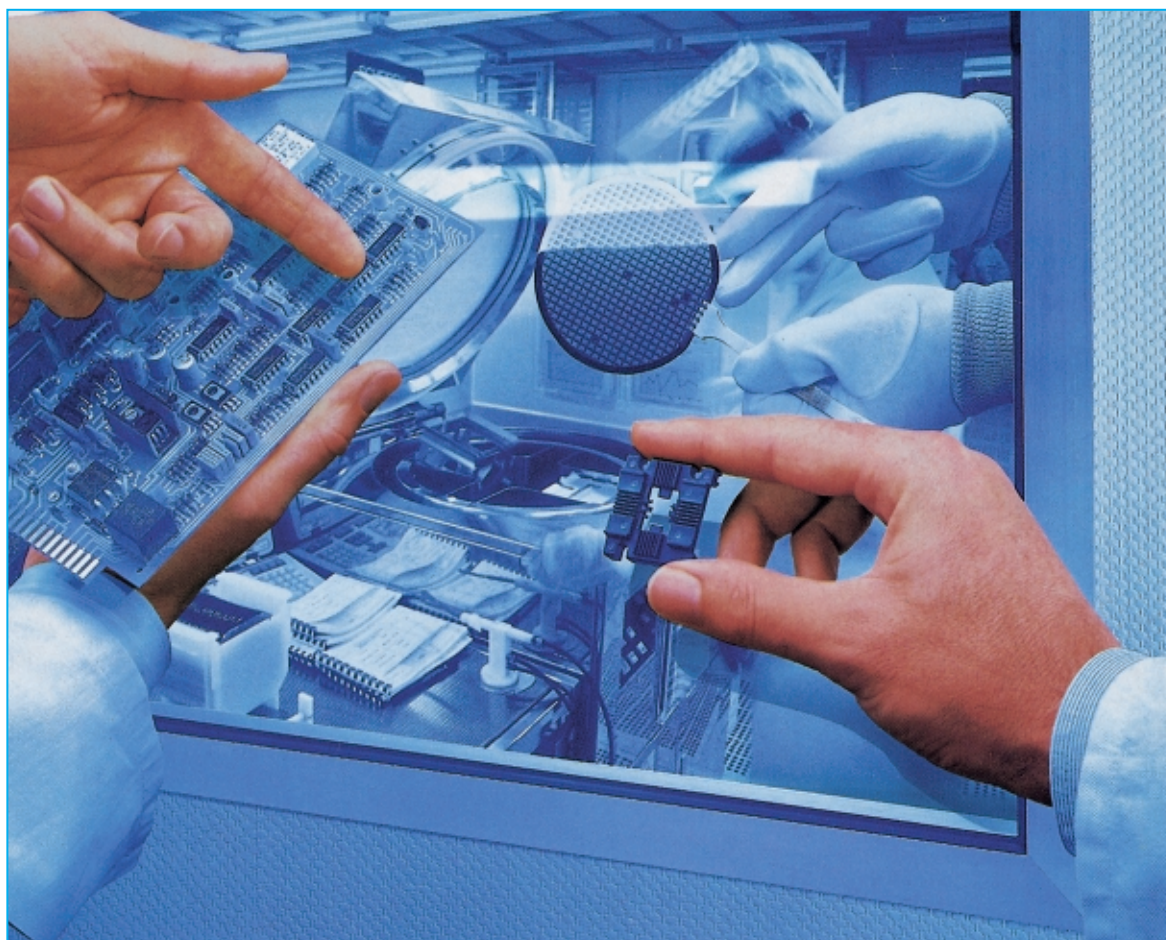
*imparare l'*ELETTRONICA *partendo da* ZERO

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

Dopo aver appreso dalla **Lezione N.20** come funziona un amplificatore **operazionale** e a cosa servono i piedini d'ingresso contrassegnati dai simboli **+/–**, in questa lezione vi proponiamo una serie completa di schemi elettrici che potranno servirvi per realizzare semplici progetti, ma soprattutto per capire come funzionano tutti quei circuiti che utilizzano gli amplificatori operazionali.

Se vi serve lo schema di un **preamplificatore** che utilizza l'ingresso **non invertente** oppure l'ingresso **invertente** lo trovate qui, assieme alla formula per calcolare il suo **guadagno** e alle modifiche che bisogna apportare al circuito per poterlo alimentare con una tensione **singola**.

Abbiamo poi inserito schemi elettrici di **mixer**, **trigger** di **Schmitt**, **generatori** di **corrente costante**, **oscillatori** a **dente** di **sega** o **sinusoidali**, compresi i **raddrizzatori ideali** per segnali di **BF**.

Molti **neolaureati** ci hanno fatto osservare che le formule che riportiamo nelle Lezioni non corrispondono a quelle che si trovano nei **loro** testi. Noi replichiamo che sono **identiche**, solo che le abbiamo **semplificate** per agevolare chi a scuola non ha mai digerito la matematica.

Noi ci rivolgiamo ai principianti e per spronare la loro curiosità verso questa materia così complessa ci servono esempi elementari e formule che si possano eseguire con comuni calcolatrici.

LE nostre FORMULE sono ESATTE

Prima di passare agli schemi elettrici progettati con gli operazionali, apriamo una parentesi sulle **formule** che siamo soliti utilizzare per chiarire che non sono sbagliate come molti affermano.

Prendiamo ad esempio le **resistenze**. Nei libri di testo si trovano solitamente le equivalenze:

ohm = kiloohm : 1.000
kiloohm = ohm x 1.000

per indicare che:

ohm è la **millesima** parte del **kiloohm**
kiloohm è **mille** volte più grande dell'**ohm**

Noi che abbiamo acquisito una certa dimestichezza con gli errori più comuni commessi dai principianti, sappiamo che questo modo di scrivere genera a volte fraintendimenti, perché si è portati a utilizzare l'equivalenza come se fosse una **formula** e si fa l'operazione sul **valore numerico** invece che sull'unità di misura o sui suoi multipli, per cui:

1 kiloohm : 1.000 = 0,001 ohm
1 ohm x 1.000 = 1.000 kiloohm

errore

Per evitare questo tipo di errori, noi abbiamo pensato di riportare direttamente le formule:

valore ohm : 1.000 = valore kiloohm
valore kiloohm x 1.000 = valore ohm

Con questo sistema possiamo subito **convertire** il **valore numerico conosciuto** di una resistenza definendolo poi tramite l'**unità** di misura o i suoi multipli e sottomultipli.

Portiamo un esempio: il principiante che desidera sapere a quanti **ohm** corrispondono **1,2 kiloohm** con le nostre formula dovrà solo fare:

1,2 x 1.000 = 1.200 ohm

Se ad esempio volesse sapere a quanti **kiloohm** corrispondono **47.000 ohm** dovrebbe eseguire so-

lo questa semplice operazione:

47.000 : 1.000 = 47 kiloohm

Invece ci è capitato molto spesso di vedere i principianti cadere nell'errore di considerare le **equivalenze** riportate sui libri di **testo** come formule da applicare ai numeri arrivando alla contraddizione di questi risultati:

1,2 kiloohm : 1.000 = 0,0012 ohm
47.000 ohm x 1.000 = 47.000.000 kiloohm

Va da sé che quanto detto a proposito dei valori di resistenza vale anche per i valori di **capacità**, di **frequenza** e di tutte le altre unità di misura.

Sempre da parte dei **neoingegneri** viene un'altra lamentela al nostro modo di "rimaneggiare" e "rivedere" le formule.
Dopo aver tanto studiato, vorrebbero che noi pubblicassimo le formule esattamente come riportate in tutti i libri di testo, senza pensare che in questo modo metteremmo in difficoltà i principianti con incomprensibili formule matematiche.
Ci spieghiamo subito portando come esempio la formula (una delle meno complicate) per calcolare il valore di una **frequenza** conoscendo la **R** e la **C**.

$$F = \frac{1}{2\pi RC}$$

F è il valore della frequenza in **Hertz**
R è il valore della resistenza espressa in **ohm**
C il valore della capacità espressa in **Farad**
π è il numero fisso **3,14**

Sebbene questa formula possa sembrare molto semplice, provate a chiedere ad un principiante che **frequenza** in **Hertz** si ottiene con una resistenza da **10.000 ohm** ed un condensatore da **15.000 picofarad**.
Constaterete anche voi, come abbiamo sperimentato noi, che un principiante si troverà in difficoltà già nella **conversione** da **picofarad** a **farad** ed ammesso che non sbagli, dovrà fare i conti con questi numeri:

$$\frac{1}{2 \times 3{,}14 \times 10.000 \times 0{,}000.000.015} = 1.061 \text{ Hz}$$

Se dovesse sbagliarsi anche di un solo **0**, si ritroverebbe con una frequenza di valore errato.

Per evitare questo eventuale errore e soprattutto la fatica di un calcolo complicato, abbiamo semplificato questa formula in:

Hertz = 159.000 : (R kiloohm x C nanoF)

Dopo avere convertito gli **ohm** in **kiloohm** e i **picofarad** in **nanofarad** otterremo:

159.000 : (10 x 15) = 1.060 Hz

Molti vorranno sapere come abbiamo fatto a ricavare il numero fisso **159.000**.
E' presto detto. Questo numero è dato dalla prima parte della formula, e cioè:

1 : (2 x 3,14) = 0,159235

Per ridurre il numero degli **0** abbiamo considerato dei multipli e dei sottomultipli delle unità di misura, abbiamo cioè convertito gli **ohm** in **kiloohm** e i **picofarad** in **nanofarad**, quindi per mantenere i giusti valori nel calcolo, dobbiamo allo stesso modo moltiplicare il numero fisso, cioè **0,159235**, per **1.000.000** ottenendo così **159.235**.

Abbiamo poi arrotondato questo numero a **159.000** perché oltre ad essere più facile da ricordare, all'atto pratico i **235** sono ininfluenti.

La differenza che abbiamo ottenuto, **1.060 Hz** anziché **1.061 Hz**, è, infatti, veramente irrisoria, perché su **1.000 Hz** c'è la differenza di **1 Hz**.

Questa differenza è **insignificante**, perché occorre tenere presente che tutte le resistenze e in generale tutti i componenti utilizzati hanno una **tolleranza** che si aggira su un **5%** in **più** o in **meno**.
Pertanto, dopo aver montato il circuito, non otterremo né **1.061 Hz** e nemmeno **1.060 Hz**, ma una frequenza compresa tra i **1.010 Hz** ed i **1.110 Hz**.

SCHEMI ELETTRICI

Prima di presentarvi i circuiti che fanno uso degli amplificatori operazionali, è necessario premettere alcune notazioni circa i disegni che troverete in questa Lezione.
In tutti schemi che utilizzano **1** solo operazionale abbiamo riportato su ogni terminale il **numero** relativo allo zoccolo visibile in fig.160 a sinistra.
Negli schemi che utilizzano **2** operazionali abbiamo riportato su ogni terminale il **numero** relativo allo zoccolo visibile in fig.160 a destra.

Anche se in tutti gli schemi elettrici abbiamo riportato il simbolo dell'ingresso **non invertente +** in alto ed il simbolo dell'ingresso **invertente –** in basso, non prendete questa disposizione per una re-

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

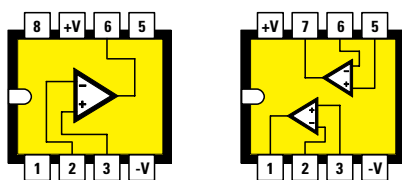



Fig.160 Connessioni degli operazionali viste da sopra. A sinistra abbiamo riportato il numero dei piedini per gli schemi che utilizzano 1 solo operazionale, a destra il numero dei piedini per gli schemi che utilizzano 2 operazionali.

gola da rispettare, perché, per rendere il disegno più chiaro ed immediato, in alcuni schemi elettrici potreste trovare gli ingressi disposti al contrario, cioè in **alto** l'ingresso **invertente** ed in **basso** l'ingresso **non invertente**.
Guardate ad esempio gli schemi elettrici visibili nelle figg.132 e 136 della Lezione precedente che hanno gli ingressi invertiti.

Nei circuiti che vengono alimentati con una tensione **duale** abbiamo preso come riferimento una tensione di **12+12 volt**, ma potrete ridurla fino a **9+9 volt** oppure aumentarla fino ad un massimo di **18+18 volt**.
Nei circuiti che vengono alimentati con una tensione **singola** abbiamo preso come riferimento una tensione di **15 volt**, ma potrete ridurla fino a **9 volt** oppure aumentarla fino ad un massimo di **30 volt**.
In molte **formule** la capacità dei **condensatori** deve essere espressa in **nanofarad**, quindi se avete una capacità espressa in **picofarad** e la volete convertire in **nanofarad** dovete **dividerla** per **1.000**.
Ad esempio, un condensatore da **82.000 picofarad** corrisponde a:

82.000 : 1.000 = 82 nanofarad

Ovviamente per riconvertire un valore da **nanofarad** in **picofarad** dovrete **moltiplicarlo** per **1.000**:

82 x 1.000 = 82.000 picofarad

Lo stesso dicasi per i valori delle resistenze che devono essere espressi in **kiloohm**. Perciò se avete un valore espresso in **ohm** e lo volete convertire in **kiloohm** dovrete **dividerlo** per **1.000**. Ad esempio una resistenza da **2.200 ohm** corrisponde a:

2.200 : 1.000 = 2,2 kiloohm

Ovviamente per riconvertire un valore da **kiloohm** in **ohm** dovrete **moltiplicarlo** per **1.000**.

2,2 x 1.000 = 22.000 ohm

Dopo questa necessaria premessa possiamo passare alla descrizione dei nostri schemi elettrici.

PREAMPLIFICATORE BF che utilizza l'ingresso NON INVERTENTE

Nella fig.161 potete vedere lo schema di uno stadio preamplificatore alimentato con una tensione **duale** che utilizza l'ingresso **non invertente +**.
Come già avete appreso dalla precedente Lezione, il **guadagno** di questo stadio si calcola utilizzando la formula:

Guadagno = (R3 : R2) + 1

Per la resistenza **R3** possiamo scegliere qualsiasi valore compreso tra **22.000 ohm** e **1 Megaohm**.

Scelto il valore ohmico di **R3** possiamo ricavare il valore di **R2** in funzione del **guadagno** che desideriamo ottenere utilizzando questa formula:

Valore di R2 = R3 : (guadagno – 1)

Ammesso di aver scelto per **R3** una resistenza da **120.000 ohm** e di voler amplificare il segnale di circa **10 volte**, per **R2** dovremo utilizzare una resistenza che abbia un valore di:

120.000 : (10 – 1) = 13.333 ohm

Poiché questo valore non è **standard**, sceglieremo quello più prossimo, cioè **12.000** o **15.000 ohm**.
Se per **R2** sceglieremo un valore di **12.000 ohm** otterremo un **guadagno** di:

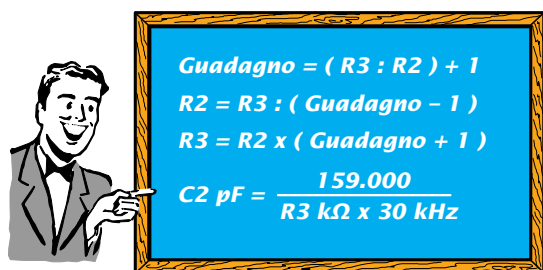
(120.000 : 12.000) + 1 = 11 volte

Se per **R2** sceglieremo un valore di **15.000 ohm** otterremo un **guadagno** di:

(120.000 : 15.000) + 1 = 9 volte

Il condensatore **C2** collegato in parallelo alla resistenza **R3** impedisce all'operazionale di amplificare frequenze **ultrasoniche** oltre i **30 kilohertz**, che il nostro orecchio **non** riuscirebbe mai ad udire.
La capacità in **picofarad** di questo condensatore si calcola con la formula:

C2 in pF = 159.000 : (R3 kiloohm x 30 KHz)

PREAMPLIFICATORE BF che utilizza l'ingresso NON INVERTENTE

R1 = 100.000 ohm
C1 = 10 microF elettrolitico
C3-C4 = 100.000 pF ceramico

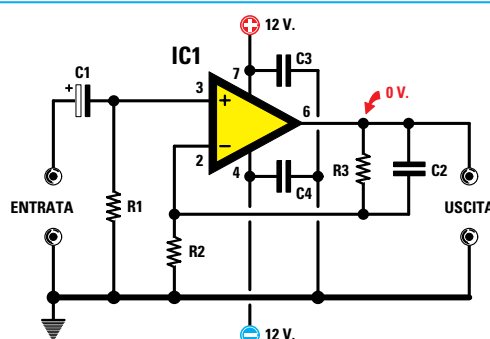



Fig.161 Schema elettrico del preamplificatore BF con ingresso NON INVERTENTE alimentato da una tensione DUALE.

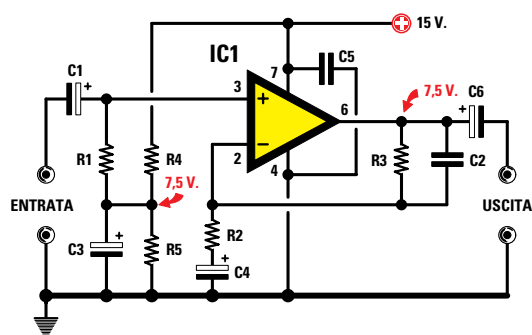
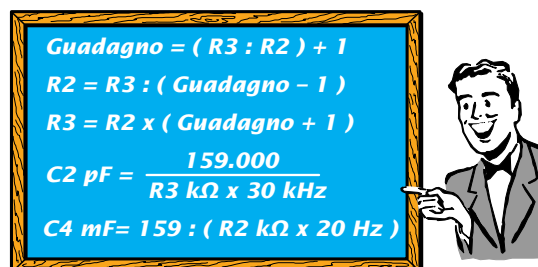



Fig.162 Schema elettrico del preamplificatore BF con ingresso NON INVERTENTE alimentato da una tensione SINGOLA.

R1 = 100.000 ohm
R4-R5 = 10.000 ohm
C1-C3 = 10 microF elettrolitico
C5 = 100.000 pF ceramico

Se, ad esempio, il valore della resistenza **R3** fosse di **120.000 ohm**, pari a **120 kiloohm**, e sapendo che la massima frequenza che dobbiamo amplificare non deve superare i **30 KHz**, per **C2** dovremmo utilizzare un condensatore da:

159.000 : (120 x 30) = 44 picofarad

Poiché questo valore **non** è standard, potremmo usare **39** o **47 picofarad**.

Inoltre, per evitare che l'operazionale possa **autooscillare** o generare dei **disturbi** è indispensabile collegare sui due piedini di alimentazione un condensatore da **47.000 pF** oppure da **100.000 pF** (vedi **C3-C4**), con l'accortezza di collegare gli opposti terminali sulla più vicina pista di **massa**.
In uno stadio alimentato da una tensione **duale** tra il **piedino** d'**uscita** e la **massa** ritroviamo una tensione di **0 volt**.

Nella fig.162 è visibile lo stesso stadio preamplificatore, ma alimentato con una tensione **singola**.
Come potete notare, la resistenza d'ingresso **R1** non è più collegata a **massa**, ma ad un partitore resistivo composto da due resistenze di identico valore (vedi **R4-R5** da **10.000 ohm**), che **dimezzano** il valore della tensione di alimentazione.
Per mantenere stabile questa tensione dovremo inserire tra la giunzione di **R4-R5** e la **massa** un condensatore elettrolitico che abbia una capacità compresa tra **10-47 microfarad** (vedi **C3**).

Anche se l'operazionale è alimentato con una tensione **singola**, in pratica è come se fosse alimentato con una tensione **duale dimezzata**.
Avendo scelto una tensione di **15 volt**, è come se questo operazionale venisse alimentato da una tensione di **7,5+7,5 volt**, perché la **massa** di **riferimento** è riferita ai **7,5 volt** presenti sulla giunzione delle resistenze **R4-R5**.

Alimentando il circuito con una tensione singola e misurando la tensione tra il **piedino** d'**uscita** e la **vera massa** del circuito, ritroveremo una tensione **positiva** pari al valore presente sul partitore resistivo **R4-R5**, cioè **7,5 volt**.
Per evitare che questa **tensione** possa entrare sull'ingresso del successivo stadio preamplificatore dovremo applicare sull'uscita di questo stadio un condensatore elettrolitico (vedi **C6**), che provvederà a lasciar passare il solo segnale di **BF**.

Il condensatore elettrolitico **C4** e la resistenza **R2** collegati sul piedino **invertente** formano un filtro **passa-alto** che impedisce all'operazionale di amplificare eventuali tensioni **continue**, senza però attenuare le frequenze dei **super-bassi**.
La capacità in **microfarad** del condensatore **C4** si calcola prendendo come riferimento una frequenza **minima** di **20 Hertz**:

C4 microfarad = 159 : (R2 kiloohm x 20 Hertz)

Ammesso che la resistenza **R2** sia di **12.000 ohm**, pari a **12 kiloohm**, per **C4** dovremo utilizzare un condensatore elettrolitico da:

159 : (12 x 20) = 0,66 microfarad

Poiché questo valore **non** è standard, usiamo una capacità **maggiore**, vale a dire **1 microfarad**.
Per conoscere qual è la frequenza **minima** che si riesce ad amplificare senza nessuna attenuazione possiamo usare la formula:

Hertz = 159 : (R2 kiloohm x C4 microfarad)

Nel nostro caso otterremo:

159 : (12 x 1) = 13,25 Hertz

Anche per lo schema di fig.162 il **guadagno** si calcola con la formula:

Guadagno = (R3 : R2) +1

Per calcolare la capacità del condensatore **C2** applicato in parallelo alla resistenza **R3**, necessario ad impedire che l'operazione amplifichi le frequenze **ultrasoniche**, useremo la formula :

C2 in pF = 159.000 : (R3 kiloohm x 30 KHz)

Per evitare che l'operazionale possa **autooscillare** o generare **disturbi** dovremo collegare vicinissimo al piedino di alimentazione **positivo** ed al piedino collegato a **massa** un condensatore ceramico o poliestere da **47.000** o **100.000 pF** (vedi **C5**).

PREAMPLIFICATORE BF che utilizza l'ingresso INVERTENTE

Nella fig.163 possiamo osservare lo schema di uno stadio preamplificatore alimentato con una tensione **duale** che utilizza l'ingresso **invertente –**.
Il **guadagno** di questo stadio si calcola con la seguente formula:

Guadagno = R2 : R1

Poiché il valore di **R2** non è critico, basta infatti scegliere un valore compreso tra **22.000 ohm** ed **1 Megaohm**, possiamo calcolare il valore di **R1** in funzione del **guadagno** che desideriamo ottenere, utilizzando questa semplice formula:

Valore di R1 = R2 : guadagno

Ammesso di aver scelto per **R2** una resistenza da **82.000 ohm** e di voler amplificare il segnale di circa **12 volte**, per **R1** dovremo utilizzare una resistenza del valore di:

82.0000 : 12 = 6.833 ohm

Poiché questo valore **non** è standard, potremo utilizzare una resistenza da **6.800 ohm**.

La capacità del condensatore **C2** può essere calcolata usando sempre la formula:

C2 in pF = 159.000 : (R2 kiloohm x 30 KHz)

Quindi dopo aver convertito gli **82.000 ohm** in **kiloohm** possiamo calcolare il valore di **C2**:

159.000 : (82 x 30) = 64 picofarad

Poiché questo **non** è un valore standard, potremo usare **56** o **68 picofarad**.

Per conoscere quale **frequenza** massima possiamo amplificare senza **nessuna** attenuazione utilizzando un condensatore da **56 pF** oppure da **68 pF** useremo questa formula:

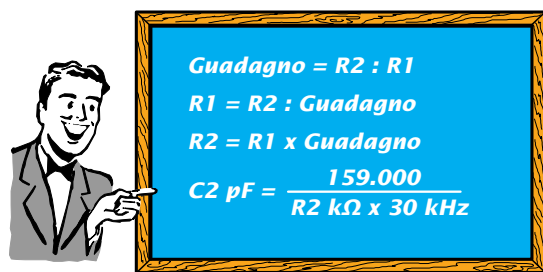
KHz = 159.000 : (R2 kiloohm x C2 pF)

Con una capacità di **56 pF** possiamo amplificare un segnale BF fino al **limite massimo** di:

159.000 : (82 x 56) = 34,6 KHz

Con una capacità di **68 pF** possiamo amplificare un segnale BF fino al **limite massimo** di:

159.000 : (82 x 68) = 28,5 KHz

PREAMPLIFICATORE BF che utilizza l'ingresso INVERTENTE

C1 = 10 microF elettrolitico
C3-C4 = 100.000 pF ceramico

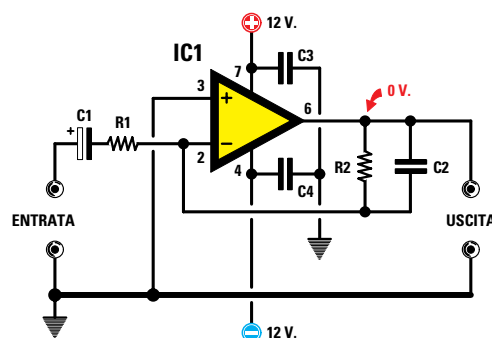



Fig.163 Schema elettrico del preamplificatore BF con ingresso INVERTENTE alimentato da una tensione DUALE.

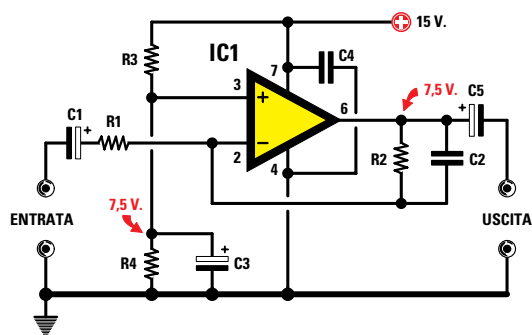
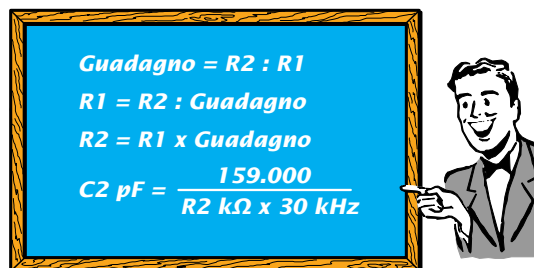



Fig.164 Schema elettrico del preamplificatore BF con ingresso INVERTENTE alimentato da una tensione SINGOLA.

R3-R4 = 10.000 ohm
C1-C3-C5 = 10 microF elettrolitico
C4 = 100.000 pF ceramico

Alimentando questo stadio con una tensione **duale** tra il piedino d'**uscita** e la **massa** ritroviamo una tensione di **0 volt**.

In fig.164 riportiamo lo stesso stadio preamplificatore, ma alimentato con una tensione **singola**.
Come potete notare, il piedino d'ingresso **+** non risulta più collegato a **massa** come visibile in fig.163, ma al partitore resistivo composto da due resistenze di identico valore (vedi **R3-R4** da **10.000 ohm**) che ci serviranno per **dimezzare** il valore della tensione di alimentazione.

Per mantenere stabile questa tensione dovremo inserire tra la giunzione di **R4-R5** e la **massa** un condensatore elettrolitico che abbia una capacità compresa tra **10-47 microfarad** (vedi **C3**).
Anche se l'operazionale risulta alimentato con una tensione **singola**, in pratica è come se fosse alimentato con una tensione **duale** dimezzata.

Alimentando il circuito con una tensione singola, tra il piedino d'**uscita** e la **massa** ritroviamo una tensione **positiva** pari al valore presente sul partitore resistivo **R3-R4**, cioè **7,5 volt**.
Per evitare che questa **tensione** possa entrare sull'ingresso dello stadio successivo dovremo applicare sull'uscita un condensatore elettrolitico (vedi **C5**) che provvederà a lasciar passare il solo segnale di **BF** e non la tensione continua.

Anche per questo schema il **guadagno** si calcola con la formula:

Guadagno = R2 : R1

La capacità del condensatore **C2**, collegato in parallelo alla resistenza **R2**, si calcola con stessa formula usata per la tensione duale:

C2 in pF = 159.000 : (R2 kiloohm x 30 KHz)

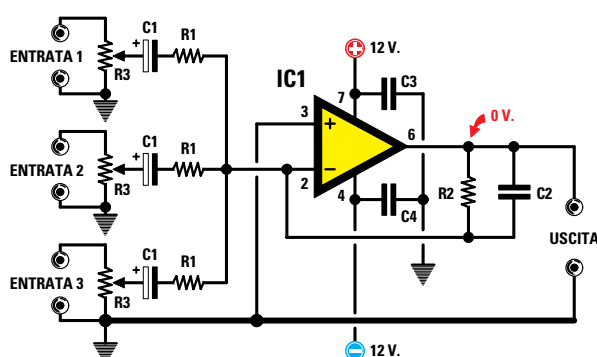
MISCELATORE per SEGNALI di BASSA FREQUENZA

R3 = 10.000 ohm pot. log. C1 = 10 microF elettrolitici C3-C4 = 100.000 pF ceramico

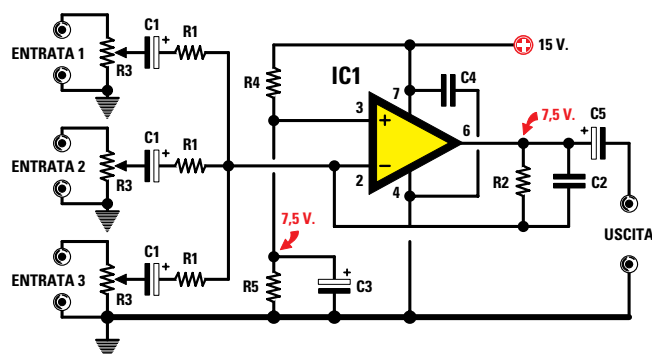
Fig.165 Schema elettrico di un Mixer BF alimentato da una tensione DUALE. In questo circuito i terminali + dei condensatori C1 vanno rivolti verso i potenziometri R3.

R3 = 10.000 ohm pot. log.
R4-R5 = 10.000 ohm
C1-C3-C5 = 10 microfarad elettrolitici
C4 = 100.000 pF ceramico o poliestere

Fig.166 Schema elettrico di un Mixer BF alimentato da una tensione SINGOLA. In questo circuito i terminali + dei condensatori C1 vanno rivolti verso le resistenze R1.

MISCELATORE di SEGNALI BF

Uno stadio **miscelatore** si usa quando si presenta la necessità di dover miscelare due o più segnali **BF** provenienti da sorgenti diverse, ad esempio il segnale di un **microfono** con quello prelevato da un **giradischi** o da una **musicassetta** ecc.

Nella fig.165 si può vedere lo schema di uno stadio **miscelatore** alimentato con una tensione **duale** che utilizza l'ingresso **invertente –**.

Per determinarne il **guadagno** usiamo la formula:

Guadagno = R2 : R1

Il valore delle resistenze **R1** deve risultare almeno **10 volte** maggiore del valore dei potenziometri **R3**, pertanto se questi hanno un valore di **1.000 ohm** potremo scegliere per **R1** dei valori dai **10.000 ohm** in su.

Scelto il valore di **R1** possiamo calcolare il valore della resistenza **R2** in funzione del **guadagno** utilizzando questa semplice formula:

Valore di R2 = R1 x guadagno

Quindi se abbiamo scelto per le tre **R1** un valore di **22.000 ohm** e vogliamo che il nostro **mixer** abbia un guadagno di circa **4 volte**, dovremo usare

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

per **R2** una resistenza da:

2.000 x 4 = 88.000 ohm

Poiché questo valore **non** è standard, potremo tranquillamente usare **82.000 ohm** perché il **guadagno** non cambierà di molto:

82.000 : 22.000 = 3,72 volte

I potenziometri **R3**, collegati sulle Entrate, ci serviranno per dosare l'ampiezza dei segnali applicati sugli ingressi, nel caso in cui si voglia amplificare maggiormente il segnale del **microfono** rispetto a quello del **giradischi** o viceversa.

Anche nei **mixer** è consigliabile collegare in parallelo alla resistenza **R2** un piccolo condensatore (vedi **C2**) per limitare la **banda passante** onde evitare di amplificare frequenze **ultrasoniche** che l'orecchio umano non potrebbe mai percepire.

La formula per calcolare la capacità in **picofarad** di **C2** è quella che già conosciamo, cioè:

C2 in pF = 159.000 : (R2 kiloohm x 30 KHz)

Quindi con una **R2** da **100.000 ohm**, pari a **100 kiloohm**, il valore di **C2** sarà di:

159.000 : (100 x 30) = 53 picofarad

Poiché questo valore **non** è standard, potremo usare **56 picofarad** o anche **47 picofarad**.

Alimentando questo stadio con una tensione **duale** tra il **piedino** d'**uscita** e la **massa** ritroviamo, in **assenza** di segnale, una tensione di **0 volt**.

Nella fig.166 riportiamo lo schema elettrico di un **mixer** alimentato con una tensione **singola**.
Come potete notare, il piedino **non invertente +** non è collegato a **massa** come visibile in fig.165, ma al partitore resistivo composto da due resistenze di identico valore (vedi **R4-R5** da **10.000 ohm**).

Anche se l'operazionale risulta alimentato con una tensione **singola** di **15 volt**, in pratica è come se fosse alimentato con una tensione **duale** di **7,5+7,5 volt**, perché la **massa** di **riferimento** si trova sulla giunzione delle due resistenze **R4-R5**.

Alimentando il circuito con una tensione singola, tra il piedino d'**uscita** e la **massa** ritroviamo una tensione **positiva** pari al valore presente sul partitore resistivo **R4-R5**, cioè **7,5 volt**.
Per evitare che questa **tensione** possa entrare sull'ingresso dello stadio, è indispensabile inserire sull'uscita un condensatore elettrolitico (vedi **C5**) che provvederà a lasciar passare il solo segnale di **BF** e non la tensione **continua**.

Anche per questo schema il **guadagno** si calcola con la formula:

Guadagno = R2 : R1

AMPLIFICATORE DIFFERENZIALE

L'amplificatore **differenziale** viene utilizzato quando occorre rilevare la **differenza** che esiste tra due tensioni che applicheremo sui due ingressi.
Tanto per portare un esempio, se sui due ingressi **+/–** dell'operazionale vengono applicate due **identiche** tensioni, non importa di che valore, sull'uscita ritroveremo una tensione di **0 volt**.

Quindi se sull'uscita dell'operazionale colleghiamo un **voltmetro** con **0 centrale** e poi su entrambi gli ingressi **+/–** applichiamo **2-5-9-12 volt**, noteremo che la lancetta dello strumento rimarrà sempre immobile sul **centro scala** (vedi fig.167).

Se **una** di queste due tensioni dovesse diventare **più** o **meno** positiva rispetto all'altra, la lancetta devierà verso **sinistra** o verso **destra**.

Ad esempio, se sull'ingresso **non invertente** giunge una tensione positiva di **5,0 volt** e sull'ingresso **invertente** una tensione positiva di **4,9 volt**, l'ingresso **non invertente** risulterà più **positivo** rispetto all'opposto ingresso **invertente** di:

5,0 – 4,9 = 0,1 volt

In questa condizione la lancetta dello strumento devierà verso **destra** (vedi fig.168), perché sull'uscita ritroviamo una tensione **positiva** pari alla differenza tra le due tensioni moltiplicata per il **guadagno** dello stadio.

Supponendo che la resistenza **R2** sia di **100.000 ohm** e la resistenza **R1** di **10.000 ohm**, otterremo un **guadagno** di:

Guadagno = R2 : R1

100.000 : 10.000 = 10 volte

In questo caso lo strumentino ci indicherà un valore di tensione **positiva** di:

(5,0 – 4,9) x 10 = 1 volt

Se sull'ingresso **non invertente** giungesse una tensione positiva di **5,0 volt** e sull'ingresso **inver-**

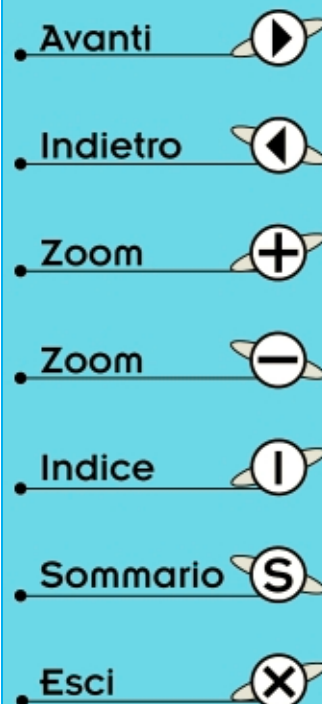



Fig.167 Applicando sui due ingressi di un differenziale due identiche tensioni, non importa di quale valore, sull'uscita ritroviamo sempre una tensione di 0 volt. Sui piedini di alimentazione dovremo sempre collegare due condensatori ceramici o poliestere da 100.000 pF (vedi C4-C5).

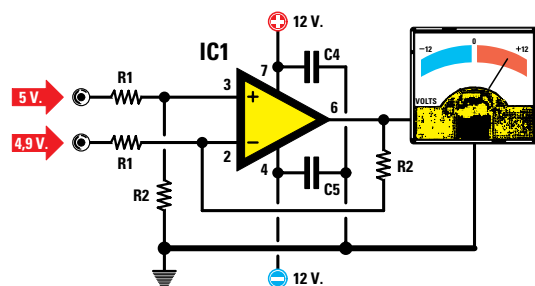
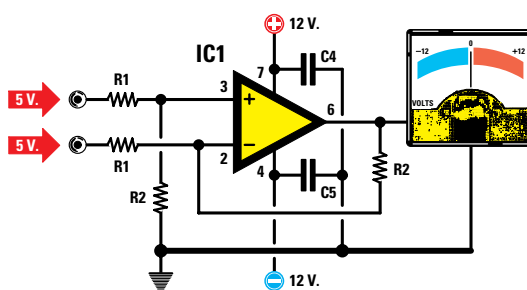
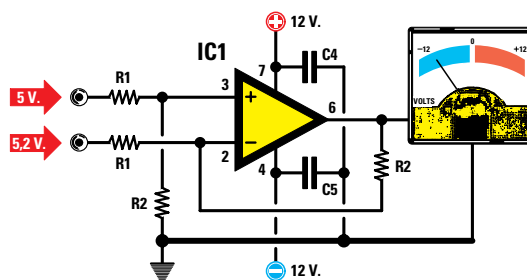



Fig.168 Se sull'ingresso INVERTENTE entra una tensione positiva minore di quella che entra sull'ingresso NON INVERTENTE, sul piedino d'uscita ritroveremo una tensione Positiva rispetto alla massa. Guadagno = R2 : R1

Fig.169 Se sull'ingresso INVERTENTE entra una tensione positiva maggiore di quella che entra sull'ingresso NON INVERTENTE, sul piedino d'uscita ritroveremo una tensione Negativa rispetto alla massa. Guadagno = R2 : R1

tente una tensione positiva di **5,2 volt**, questo ultimo ingresso risulterebbe più **positivo** rispetto all'opposto ingresso **non invertente** di:

5,0 – 5,2 = 0,2 volt

In questa condizione la lancetta dello strumento devierebbe verso **sinistra** (vedi fig.169), perché sull'uscita ritroveremmo una tensione **negativa** pari alla differenze tra le due tensioni moltiplicata per il **guadagno**. In altre parole otterremmo una tensione **negativa** di:

(5,2 – 5,0) x 10 = 2 volt negativi

In campo industriale gli amplificatori **differenziali** vengono normalmente utilizzati per rilevare la differenza di due **temperature** applicando sugli ingressi due resistenze **NTC** oppure la differenza tra due sorgenti **luminose** applicando sugli ingressi due **fotoresistenze**.

In un circuito **differenziale** è molto importante che il valore delle due resistenze **R1** e anche delle due resistenze **R2** risulti **identico**, perché è sufficiente una piccola **tolleranza** per far deviare la lancetta dello strumento verso destra o sinistra.

Per controllare se le resistenze hanno **identico** valore potremo collegare **insieme** i due ingressi e poi applicare su questi una tensione qualsiasi prelevata da una pila.
Se le resistenze risultano di **identico** valore, la lancetta rimarrà **immobile** sullo **0**.

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

COMPARATORI di TENSIONI

I **comparatori** di tensioni vengono normalmente utilizzati per ottenere in uscita una **condizione logica 0** quando la tensione applicata sull'ingresso **invertente** è maggiore di quella dell'ingresso **non invertente** ed una **condizione logica 1** quando la tensione sull'ingresso **invertente** è minore di quella applicata sull'ingresso **non invertente**.

Tenete comunque presente che usando degli operazionali tipo **TL.082 - uA.741** o altri equivalenti il **livello logico 0** corrisponde a una tensione **positiva** che si aggira sui **1-1,5 volt**.

Solo usando degli operazionali tipo **LM.358 - LM.324 - CA.3130 - TS.27M2CN**, il **livello logico 0** corrisponde a una tensione di **0 volt**.

Nelle figg.170-171 riportiamo gli schemi di un comparatore per tensioni **continue**.

Se regoliamo il trimmer **R1** in modo da applicare sull'ingresso **non invertente** una tensione **positiva** di **4 volt** e sull'ingresso **invertente** applichiamo una tensione positiva **maggiore**, ad esempio **4,5 volt**, sull'uscita dell'operazionale ritroveremo un **livello logico 0** (vedi fig.170).

Se sull'ingresso **invertente** applichiamo una tensione positiva **minore**, ad esempio **3,5 volt**, l'uscita dell'operazionale si porterà subito sul **livello logico 1** (vedi fig.171).
Se volessimo ottenere una condizione logica opposta potremo utilizzare lo schema in fig.172.

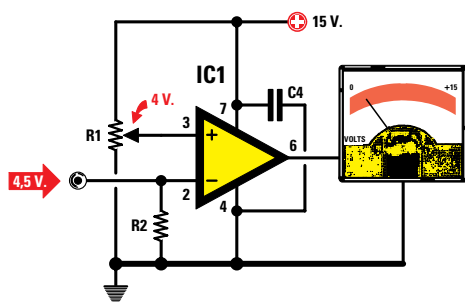



Fig.170 Se sull'ingresso INVERTENTE è presente una tensione positiva maggiore di quella presente sull'ingresso NON INVERTENTE, sul piedino d'uscita ritroveremo una tensione di 0 Volt.

R1 = 10.000 ohm trimmer
R2 = 10.000 ohm

Fig.171 Se sull'ingresso INVERTENTE è presente una tensione positiva minore di quella presente sull'ingresso NON INVERTENTE, sul piedino d'uscita ritroveremo una tensione Positiva.

R1 = 10.000 ohm trimmer
R2 = 10.000 ohm

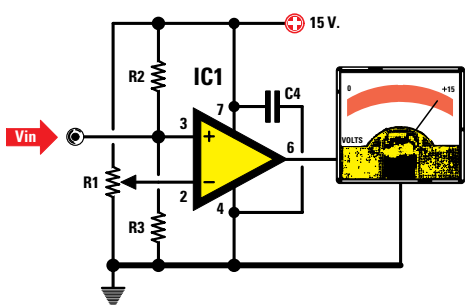
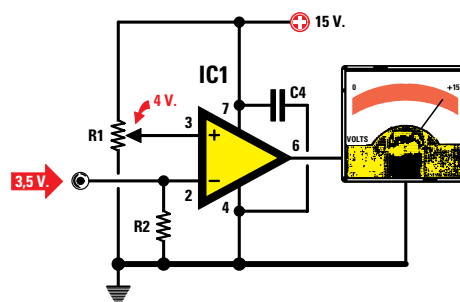



Fig.172 Se vogliamo ottenere una condizione logica opposta a quella riportata nelle figg.170-171, basta collegare il piedino INVERTENTE sul trimmer R1 ed entrare con la tensione sull'ingresso NON INVERTENTE. Per le resistenze R2-R3 potremo usare un valore di 10.000 ohm.

Nota: i valori di R1-R2-R3 sono in kiloohm

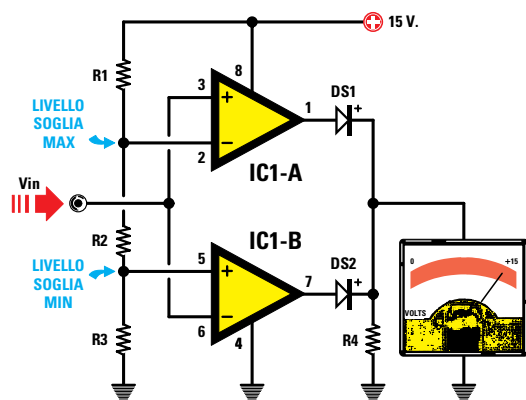



Fig.173 I comparatori a finestra vengono utilizzati per mantenere il piedino d'uscita a livello logico 0 fino a quando la tensione applicata sull'ingresso rimane dentro il livello di soglia minima e massima. Se si scende sotto il valore di soglia minima o si sale oltre il valore di soglia massima, l'uscita si porterà a livello logico 1.

DS1-DS2 = diodi al silicio
R4 = resistenza da 10 kiloohm

Utilizzando due amplificatori operazionali alimentati con una tensione **singola** possiamo realizzare dei **comparatori** a **finestra** che ci consentono di scegliere a nostro piacimento i valori di **soglia minima** e **massima** entro i quali vogliamo che l'operazionale interagisca.

In altre parole fino a quando la tensione applicata sull'ingresso rimane dentro il valore di **soglia minimo** e **massima** sul piedino d'uscita ritroveremo un **livello logico 0** (vedi fig.173).

Appena scenderemo al di sotto della **soglia minima** o supereremo il valore di **soglia massima**, il piedino d'uscita si porterà a **livello logico 1**.

Per calcolare il valore in **volt** della soglia **minima** e della soglia **massima**, tutti consigliano di usare queste due formule:

volt min = [R3 : (R1 + R2 + R3)] x Vcc
volt max = [(R2 + R3) : (R1 + R2 + R3)] x Vcc

Queste formule possono essere utilizzate solo se si conoscono già i valori di **R1-R2-R3**.
Ad un principiante risulta invece più vantaggioso calcolare il valore di queste tre **resistenze** stabilendo i **volt** che si vogliono assegnare alla soglia **massima** e a quella **minima**.

Per ricavare il valore delle tre resistenze espresso in **kiloohm** usiamo queste formule:

R1 in kiloohm = (Vcc – volt soglia max) : 0,15
R3 in kiloohm = volt soglia min : 0,15
R2 in kiloohm = (volt max – volt min) : 0,15

Vcc = **volt** della tensione di alimentazione.
0,15 = **corrente** in **milliamper** da far scorrere nelle tre resistenze collegate in **serie**.

ESEMPIO di CALCOLO

Vogliamo realizzare un **comparatore** a **finestra** alimentato con una tensione **Vcc** di **12 volt** che com-

muti l'uscita sul **livello logico 0** quando la tensione sull'ingresso supera i **4 volt** e la riporti sul **livello logico 1** quando la tensione sull'ingresso supera i **6 volt**.

Soluzione = come prima operazione calcoliamo il valore della resistenza **R1** partendo dal valore della **soglia massima** fissato a **6 volt**:

(12 – 6) : 0,15 = 40 kiloohm

Come seconda operazione calcoliamo il valore della resistenza **R3** utilizzando il valore della **soglia minima** fissato a **4 volt**:

4 : 0,15 = 26,66 kiloohm

Come terza operazione calcoliamo il valore della resistenza **R2** conoscendo il valore della soglia **massima** e quello della soglia **minima**:

(6 – 4) : 0,15 = 13,33 kiloohm

In teoria dovremmo usare questi tre valori:

R1 = **40 kiloohm** pari a **40.000 ohm**
R2 = **13,33 kiloohm** pari a **13.330 ohm**
R3 = **26,66 kiloohm** pari a **26.660 ohm**

e poiché **non** sono valori **standard** useremo:

R1 = **39 kiloohm** pari a **39.000 ohm**
R2 = **12 kiloohm** pari a **12.000 ohm**
R3 = **27 kiloohm** pari a **27.000 ohm**

Conoscendo il valore di queste tre resistenze possiamo controllare i **volt** della **soglia minima** tramite la formula:

volt min = [R3 : (R1 + R2 + R3)] x Vcc
[27 : (39 + 12 + 27)] x 12 = 4,15 volt minima

Dopodiché possiamo controllare i **volt** della **soglia massima** tramite la formula:

volt max = [(R2 + R3) : (R1 + R2 + R3)] x Vcc
[(12 + 27) : (39 + 12 + 27)] x 12 = 6 volt massima

Come potete notare, usando questi valori **standard** risulta variato il solo livello della soglia **minima** che dai **4 volt** richiesti è salito a soli **4,15 volt**.

Questo comparatore può essere alimentato con una tensione **duale** oppure **singola**.

VARIANTE al COMPARATORE a FINESTRA

Se rispetto alla fig.173 rivolgiamo il **catodo** dei due diodi **DS1-DS2** verso l'uscita dei due operazionali, poi colleghiamo la resistenza **R4** sul positivo di alimentazione ed infine colleghiamo la resistenza **R1** sul piedino **non invertente** di **IC1/A** e la resistenza **R3** sul piedino **invertente** di **IC1/B** (vedi fig.174), otteniamo la condizioni **inversa**.

Quindi fino a quando la tensione che applicheremo sull'ingresso rimane dentro i valori di **soglia minima** e **massima** sul piedino d'uscita ritroveremo un **livello logico 1**.

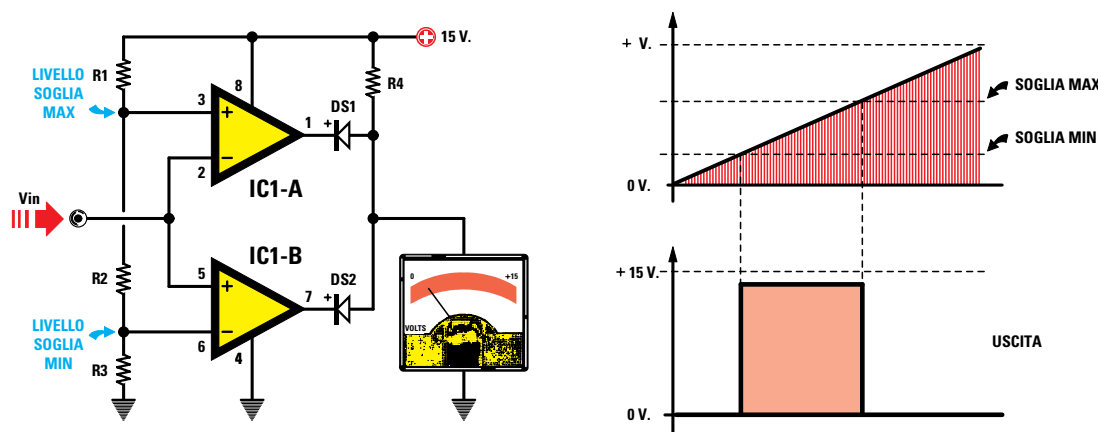



Fig.174 Se vogliamo mantenere il piedino d'uscita a livello logico 1 fino a quando la tensione applicata sull'ingresso rimane dentro il livello di soglia minima e massima, poi farlo commutare sul livello logico 0 quando si scende sotto il valore di soglia minima o si sale al di sopra del valore di soglia massima, dovremo invertire la polarità dei diodi DS1-DS2 e collegare al positivo di alimentazione la resistenza R4 da 10 kiloohm.

TRIGGER di SCHMITT alimentato da una tensione DUALE

Il **trigger** di **Schmitt** (vedi fig.175) è un particolare tipo di comparatore di tensione che modifica in modo automatico il suo **livello** di soglia.

Quando sull'ingresso **invertente** la tensione supera questo **livello** di soglia, il piedino d'uscita del trigger si commuta sul valore **negativo** di alimentazione ed automaticamente la resistenza **R3 abbassa** il valore della **soglia**.

Quando sull'ingresso **invertente** la tensione scende al di sotto del **livello** di soglia, il piedino d'uscita del trigger si commuta sul massimo valore **positivo** di alimentazione ed automaticamente la resistenza **R3 aumenta** il valore della soglia.

Questa differenza tra i due valori di **soglia**, chiamata **isteresi**, ci consente di eliminare eventuali disturbi o rumori che sovrapponendosi alla tensione applicata sul suo ingresso potrebbero far commutare l'uscita (vedi fig.175 a destra).

Infatti nei **normali comparatori** basta un piccolo disturbo prossimo al valore di soglia per far commutare l'uscita sul **livello logico 0** o **1**.

Utilizzando un comparatore a **trigger** di **Schmitt** questo inconveniente non si verifica più, perché la sua uscita si commuta sul **livello logico 1** o **0** solo quando si superano questi due livelli di soglia, come possiamo vedere nella figg.175.

Per calcolare il valore dei **volt** di **soglia** possiamo usare la formula:

volt di soglia = Vcc : [(R3 : R2)+1]

Nota: la sigla **Vcc** indica i **volt** di alimentazione dell'operazionale, quindi tenete presente che se il circuito viene alimentato con una tensione **duale** si dovrà prendere come valore **Vcc** un solo ramo.
Se l'operazionale risulta alimentato con una tensione **duale** di **12+12 volt**, per il calcolo dovremo usare il valore **Vcc 12 volt**.

ESEMPIO di CALCOLO

Abbiamo un **trigger** di **Schmitt** alimentato con una tensione **duale** di **12+12 volt** che utilizza que-

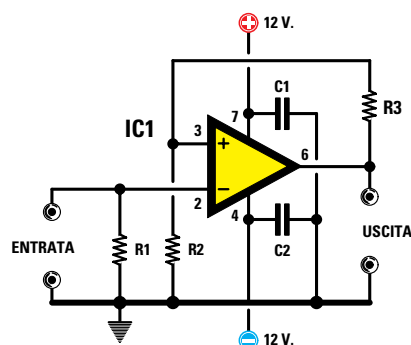
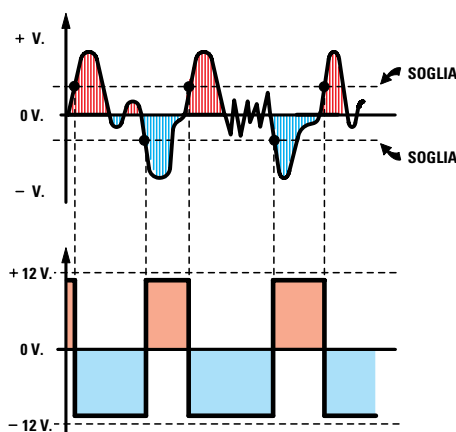
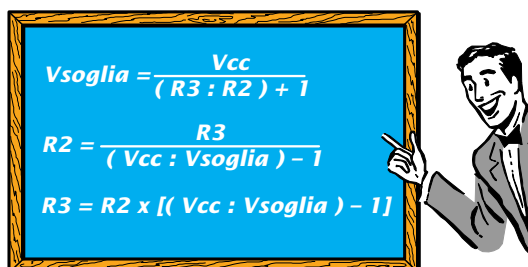



Fig.175 I trigger di Schmitt sono dei comparatori che modificano in modo automatico il loro livello di soglia per evitare che la loro uscita si commuti in presenza di disturbi. Se alimentiamo il trigger con una tensione DUALE, l'uscita si commuta sul massimo valore negativo quando sull'ingresso il segnale supera il livello di soglia e si commuta sul massimo valore positivo quando sull'ingresso il segnale scende al di sotto del livello di soglia.

R1 = 10.000 ohm
C1-C2 = 100.000 pF ceramico o poliestere

sti valori di resistenza:

R2 = 10.000 ohm pari a **10 kiloohm**
R3 = 82.000 ohm pari a **82 kiloohm**

Quindi vogliamo conoscere il valore del **livello** di **soglia positivo** e **negativo**.

Soluzione = inserendo nella formula i valori in nostro possesso otteniamo:

12 : [(82.000 : 10.000) + 1] = 1,3 volt

Sull'uscita di questo **trigger** di **Schmitt** ritroviamo pertanto un **livello logico 1** (circa **11 volt positivi**) quando il segnale applicato sull'ingresso **invertente** scende sotto gli **1,3 volt negativi** e ritroviamo un **livello logico 0** (circa **11 volt negativi**) quando il segnale applicato sull'ingresso **invertente** supera gli **1,3 volt positivi**.

Se nella formula riportiamo i valori delle resistenze **R2-R3** espressi in **kiloohm**, otterremo sempre lo stesso risultato:

12 : [(82 : 10) + 1] = 1,3 volt

Per aumentare il valore del **livello** di **soglia** possiamo aumentare il valore della resistenza **R2** o ridurre il valore della resistenza **R3**.

TRIGGER di SCHMITT alimentato da una tensione SINGOLA

Se alimentiamo il **trigger** di **Schmitt** con una tensione **singola** dovremo solo aggiungere una resistenza (vedi **R4** in fig.176).

Alimentando il circuito con una tensione **singola** otterremo queste due condizioni:

– Quando sull'ingresso la tensione **sale** al di sopra del livello di **soglia**, in uscita ritroviamo un **livello logico 0** (vedi fig.177).

– Quando sull'ingresso la tensione **scende** al di sotto del livello di **soglia**, in uscita ritroviamo un **livello logico 1**.

Per calcolare i valori di **soglia** di un **trigger** di **Schmitt** alimentato con una tensione **singola** dovremo prima eseguire due operazioni per determinare i valori che chiamiamo **Ra** ed **Rb**:

Ra = (R4 x R3) : (R4 + R3)

Rb = (R2 x R3) : (R2 + R3)

poi, utilizzando le formule sotto riportate, potremo ricavare i **volt** della soglia **minima** e **massima**:

Soglia minima = [Rb : (R4 + Rb)] x Vcc

Soglia massima = [R2 : (R2 + Ra)] x Vcc

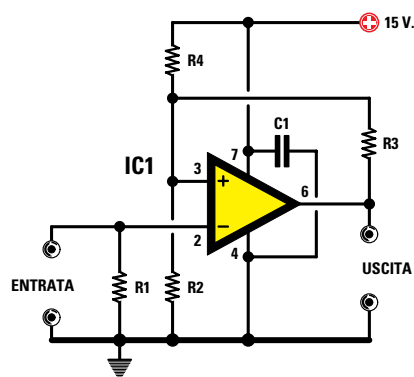



Fig.176 Se alimentiamo il trigger di Schmitt con una tensione SINGOLA, al calcolo delle resistenze dovremo aggiungere la resistenza R4. Per calcolare il valore di soglia massima e minima dovremo prima determinare il valore della somma delle resistenze R2-R3-R4 come appare nelle formule riportate nella lavagna. Il valore della resistenza R1 risulterà sempre di 10.000 ohm e quello del condensatore C1 sempre di 100.000 pF.

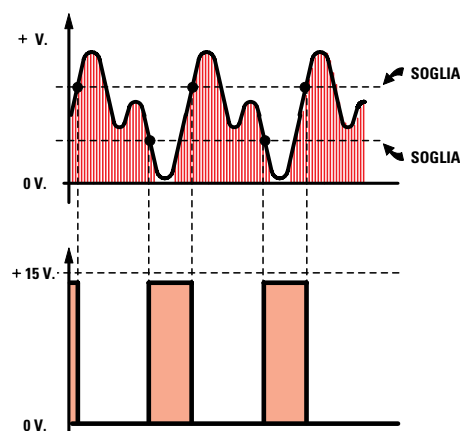



Fig.177 Alimentando un trigger di Schmitt con una tensione SINGOLA, sull'uscita ritroviamo un livello logico 0 che rimarrà in queste condizioni fino a quando la tensione applicata sull'ingresso resterà entro il valore della soglia massima e minima. Quando il segnale scende al di sotto della soglia minima, l'uscita si porta sul livello logico 1 e ritorna sul livello logico 0 solamente quando il segnale sull'ingresso supera il livello di soglia massima.

ESEMPIO di CALCOLO

Abbiamo un **trigger** di **Schmitt** alimentato con una tensione **singola Vcc** di **15 volt** che utilizza questi valori di resistenza:

R2 = **12.000 ohm** pari a **12 kiloohm**
R3 = **470.000 ohm** pari a **470 kiloohm**
R4 = **56.000 ohm** pari a **56 kiloohm**

quindi vorremmo conoscere il valore dei **volt** della **soglia massima** e di quella **minima**.

Nota: per semplificare i nostri calcoli useremo tutti i valori delle resistenze espressi in **kiloohm**.

Soluzione = come prima operazione ricaviamo i valori di **Ra** ed **Rb** utilizzando le formule:

Ra = (R4 x R3) : (R4 + R3)
(56 x 470) : (56 + 470) = 50 kiloohm Ra

Rb = (R2 x R3) : (R2 + R3)
(12 x 470) : (12 + 470) = 11,7 kiloohm Rb

Ora possiamo calcolare il valore di **soglia minima** utilizzando la formula:

Soglia minima = [Rb : (R4 + Rb)] x Vcc
[11,7 : (56 + 11,7)] x Vcc = 2,59 volt minimi

Dopodiché calcoliamo il valore di **soglia massima** utilizzando la formula:

Soglia Massima = [R2 : (R2 + Ra)] x Vcc
[12 : (12 + 50)] x Vcc = 2,9 volt massimi

A questo punto sappiamo che sul piedino d'uscita ritroviamo un **livello logico 1** quando la tensione sull'ingresso **invertente** scende sotto i **2,59 volt** positivi ed un **livello logico 0** quando la tensione supera i **2,9 volt**.

Si consiglia di usare per la **R3** dei valori molto alti, ad esempio **470 - 560 - 680 - 820 kiloohm**.
Se useremo per **R3** un valore di **470 kiloohm** otterremo una isteresi molto **ampia**, mentre se useremo un valore di **820 kiloohm** otterremo una isteresi molta **ristretta**.

TRIGGER di SCHMITT con soglia regolabile

Il **trigger** di **Schmitt** riportato in fig.178 ci permetta di variare manualmente il suo livello di soglia in modo da far eccitare o diseccitare un **relè** su un ben preciso valore di **temperatura**, se come **sonda** utilizziamo una resistenza **NTC**, oppure su una determinata **intensità** di **luce**, se come **sonda** utilizziamo una **fotoresistenza**.

Utilizzeremo una resistenza **NTC** per realizzare dei **termostati**, mentre la **fotoresistenza** per realizzare degli **interruttori crepuscolari**.

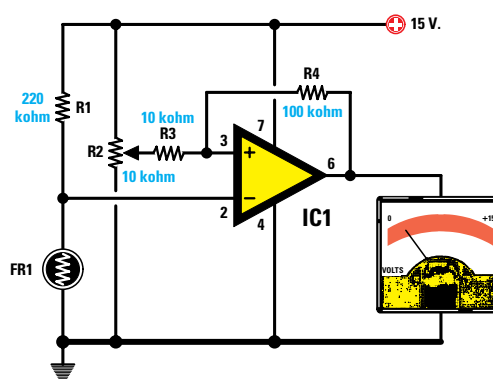



Fig.178 Per ottenere un trigger di Schmitt con soglia regolabile, basta applicare una fotoresistenza (vedi FR1) o una resistenza NTC sull'ingresso INVERTENTE, quindi variare la tensione sull'ingresso NON INVERTENTE tramite il trimmer R2.

GENERATORE di CORRENTE COSTANTE alimentato da una tensione DUALE

I **generatori** di **corrente costante** vengono utilizzati per ottenere una **corrente stabilizzata** che può servire per ricaricare pile al nichel-cadmio oppure per ottenere ai capi di una resistenza di **carico** (vedi **R5** in fig.179) una precisa **tensione** che può servire per realizzare degli ohmmetri.

Ammesso di regolare un **generatore** di **corrente costante** in modo che eroghi una **corrente costante** di **0,05 amper**, qualsiasi valore ohmico applicheremo sulla sua uscita, su questo (vedi **R5**) scorrerà sempre una corrente stabile di **0,05 amper**.

Questo circuito ha una sola **limitazione**, cioè sulla sua uscita non potremo collegare un valore **ohmico** che superi questo valore:

massimo valore di R5 ohm = Vcc : Amper

Quindi se alimentiamo il circuito con una tensione di **12 volt** (valore **Vcc**) non potremo collegare dei **carichi** che abbiano una resistenza maggiore di:

12 : 0,05 = 240 ohm

Rimanendo **stabile** la **corrente** e variando il valore **ohmico** della resistenza di **carico**, varierà ai suoi capi il valore della **tensione** come ci conferma la **legge** di **ohm**:

Volt = R5 ohm x amper

Quindi se scegliamo quattro resistenze che abbiano un valore di **1,2-4,7-100-220 ohm** e in queste facciamo scorrere una **corrente** di **0,05 amper**, ai capi delle resistenze rileveremo questi diversi valori di tensione:

1,2 x 0,05 = 0,06 volt
4,7 x 0,05 = 0,23 volt
100 x 0,05 = 5 volt
220 x 0,05 = 11 volt

Lo schema di un **generatore** di **corrente costante** è sempre composto, come possiamo vedere in fig.179 da un operazionale e da un transistor **PNP**. Come potete notare, l'ingresso **non invertente** è collegato al cursore del potenziometro **R2**, che ci servirà per determinare quale valore di **corrente** vogliamo fuoriesca sull'uscita del transistor.

La formula per ricavare il valore della **corrente** espressa in **amper** è la seguente:

amper = (Vcc – Vin) : R4 in ohm

Vcc = **volt** di alimentazione del solo ramo **positivo**. Quindi se abbiamo un'alimentazione **duale** di **15+15 volt** per il calcolo considereremo **15 volt**.
Vin = **volt** presenti sul cursore di **R2**.

Ammesso di alimentare il circuito con una tensione di **15+15 volt**, di regolare il potenziometro **R2**

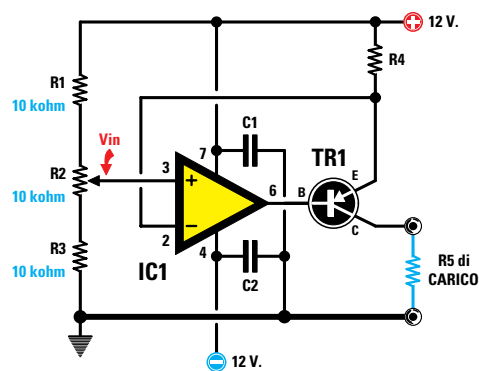



Fig.179 I generatori di corrente costante vengono utilizzati per ricaricare le pile al nichel cadmio, per realizzare dei voltmetri o altri strumenti di misura. Il transistor di potenza PNP, collegato sull'uscita dell'operazionale, deve essere fissato sopra un'aletta di raffreddamento. Variando la tensione "Vin" tramite il trimmer R2, otterremo una corrente costante proporzionale al valore della resistenza R4 collegata sull'Emettitore di TR1.

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

in modo da applicare sull'ingresso **non invertente** una tensione di **10 volt** e di aver inserito sull'**E**mettitore del transistor una resistenza da **47 ohm** (vedi **R4**), avremo una **corrente costante** di:

(15 – 10) : 47 = 0,1 amper pari a **100 mA**

Se regoliamo il potenziometro **R2** in modo da applicare sull'ingresso **non invertente** una tensione di **4,8 volt**, otterremo una **corrente costante** di:

(15 – 4,8) : 47 = 0,217 amper pari a **217 mA**

Se sostituiamo la resistenza **R4** da **47 ohm** con una da **220 ohm** ed applichiamo sull'ingresso **non invertente** una tensione di **10** e di **4,8 volt** otterremo queste **correnti costanti**:

(15 – 10) : 220 = 0,027 amper pari a **27 mA**
(15 – 4,8) : 220 = 0,046 amper pari a **46 mA**

Un'altra formula molto utile ai principianti è quella che permette di determinare il valore di **R4** conoscendo il valore della tensione **Vin** prelevata sul cursore del potenziometro **R2**:

R4 in ohm = (Vcc – Vin) : amper

Ammesso di voler ottenere una corrente di **0,5 amper** applicando sull'ingresso **non invertente** una tensione **Vin** di **6 volt** e di utilizzare una tensione di alimentazione **Vcc** di **15+15 volt**, il valore da utilizzare per la resistenza **R4** dovrà risultare di:

(15 – 6) : 0,5 = 18 ohm

Per conoscere la potenza in **watt** della **R4** collegata sul transistor possiamo usare la formula:

watt di R4 = (amper x amper) x ohm

Ritornando all'esempio appena riportato, dovremo utilizzare una resistenza a **filo** non minore di:

(0,5 x 0,5) x 18 = 4,5 watt

Potremo dunque utilizzare delle resistenze a filo da **5 watt** oppure da **7 watt** o da **10 watt**.

GENERATORE di CORRENTE COSTANTE alimentato da una tensione SINGOLA

Per realizzare un **generatore** di **corrente costante** alimentato da una tensione **singola** non potremo utilizzare qualsiasi operazionale, ma solo quelli siglati **LM.324 - LM.358 - CA.3130 - TS.27M2CN**.

Come possiamo vedere in fig.180 questo schema si differenzia da quello di fig.179 solo per avere il piedino **4** di alimentazione collegato a **massa**.

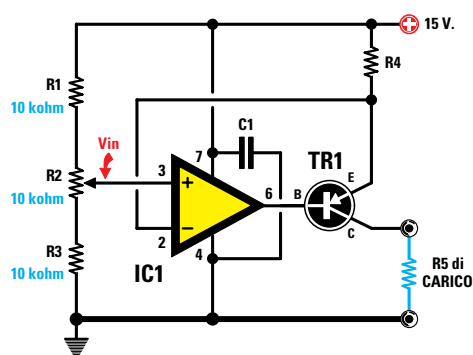
Tutte le formule utilizzate per il **generatore** di **corrente costante** alimentato con una tensione **duale** valgono anche per l'alimentazione **singola**.

Amper = (Vcc – Vin) : R4 Ω
Volt USCITA = R5 Ω x Amper
R4 Ω = (Vcc – Vin) : Amper
Watt R4 = A x A x ohm
Max valore R5 = Vcc : Amper
C1 = C2 = 100.000 pF

Fig.180 Per realizzare un generatore di corrente costante da alimentare con una tensione SINGOLA non potremo utilizzare qualsiasi tipo di operazionale, ma dovremo necessariamente usare degli LM.324 - LM.358 - CA.3130 - TS.27M2CM o altri equivalenti.
Anche in questo schema il transistor di potenza TR1 è un PNP e deve essere fissato sopra un'aletta di raffreddamento per dissipare il calore generato.

GENERATORE di ONDE SINUSOIDALI alimentato da una tensione DUALE

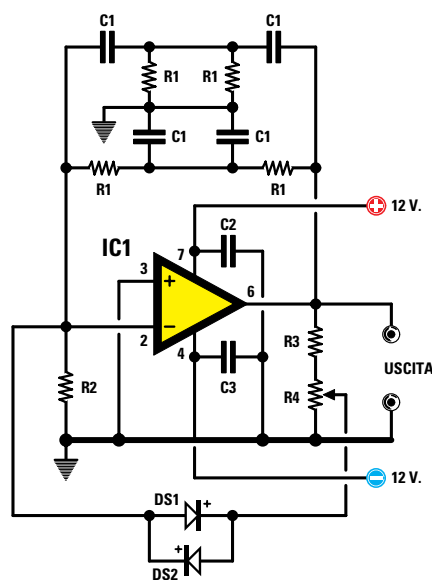



Fig.181 Schema di un generatore di onde sinusoidali da alimentare con una tensione DUALE. Per far funzionare questo circuito dovremo ruotare il trimmer R4 fino ad ottenere in uscita il segnale di BF.

R2 = 10.000 ohm
R3 = 1.000 ohm
R4 = 10.000 ohm trimmer
C2-C3 = 100.000 pF ceramico
DS1-DS2 = diodi al silicio

Per realizzare un **oscillatore** in grado di generare delle **onde sinusoidali** su un valore di frequenza **fissa** vi consigliamo di utilizzare lo schema elettrico di fig.181, alimentato con una tensione duale.

Come possiamo vedere nello schema elettrico, per questo circuito occorre utilizzare **quattro** condensatori di identica capacità (vedi **C1**) e **quattro** resistenze con lo stesso valore ohmico (vedi **R1**).

Per conoscere il valore in **Hertz** della frequenza generata possiamo usare la formula:

Hertz = 159.000 : (C1 nanoF x R1 kiloohm)

Nota: in questa formula il valore dei condensatori **C1** deve essere espresso in **nanofarad** e quello delle resistenze **R1** in **kiloohm**.

Conoscendo la **frequenza** in **Hertz** che desideriamo ottenere e il valore delle resistenze **R1** in **kiloohm**, possiamo calcolare il valore delle **capacità C1** in **nanofarad** con questa formula:

C1 nanoF = 159.000 : (R1 kiloohm x Hertz)

Conoscendo il valore delle **capacità** in **nanofarad** possiamo calcolare il valore delle resistenze **R1** in **kiloohm** con questa formula:

R1 kiloohm = 159.000 : (C1 nanoF x Hertz)

Per far oscillare questo circuito dovremo ruotare il cursore del trimmer **R4** fino a quando sull'uscita non appare il segnale di **BF**.

ESEMPIO di CALCOLO

Vogliamo realizzare un oscillatore che generi una frequenza di **1.000 Hz** e quindi vogliamo conoscere quali valori usare per **C1** e **R1**.

Soluzione = conoscendo il valore della **frequenza** che desideriamo ottenere conviene sempre scegliere un valore di **capacità standard** poi calcolare il valore della **resistenza**.
Anche se con il calcolo matematico riusciremo ad ottenere questa **frequenza** con dei condensatori di diversa **capacità**, è meglio scegliere sempre una capacità che non richieda una resistenza di valore **esagerato** o **irrisorio**.

Per **C1** potremo scegliere questi valori:

1-10-100 – 4,7-47-470 – 1,5-15-150 nanofarad

Se sceglieremo per **C1** i valori **1-10-100 nanofarad** dovremo utilizzare per **R1** questi valori:

159.000 : (1 x 1.000) = 159 kiloohm
159.000 : (10 x 1.000) = 15,9 kiloohm
159.000 : (100 x 1.000) = 1,59 kiloohm

In questo caso potremo scegliere per **C1** il valore **10 nanoF** e per **R1** il valore standard **15 kiloohm**.

Scegliendo per **C1** i valori **4,7-47-470 nanofarad**, dovremo utilizzare per **R1** questi valori:

159.000 : (4,7 x 1.000) = 33,8 kiloohm
159.000 : (47 x 1.000) = 3,38 kiloohm
159.000 : (470 x 1.000) = 0,33 kiloohm

In questo caso conviene scegliere per **C1** il valore **4,7 nanoF** e per **R1** il valore standard **33 kiloohm**.

Se sceglieremo per **C1** i valori di **1,5-15-150 nanofarad** dovremo utilizzare per **R1** questi valori:

159.000 : (1,5 x 1.000) = 106 kiloohm
159.000 : (15 x 1.000) = 10,6 kiloohm
159.000 : (150 x 1.000) = 1,06 kiloohm

In questo caso conviene scegliere per **C1** il valore **15 nanoF** e per **R1** il valore standard **10 kiloohm**.

Per conoscere quale **frequenza** otterremo usando i tre valori **standard** prescelti per **C1** ed **R1**, eseguiamo queste operazioni:

159.000 : (10 x 15) = 1.060 Hertz
159.000 : (4,7 x 33) = 1.025 Hertz
159.000 : (15 x 10) = 1.060 Hertz

Le **frequenze** che otteniamo da questi calcoli sono sempre **approssimative**, perché dobbiamo comunque tenere presente che i condensatori e le resistenze hanno un loro **tolleranza**.

GENERATORE di ONDE SINUSOIDALI alimentato da una tensione SINGOLA

Per alimentare lo **stadio oscillatore** di fig.181 con una tensione **singola** dobbiamo modificare lo schema come visibile in fig.182.
In pratica dovremo solo aggiungere due resistenze e due condensatori elettrolitici.

Per calcolare il valore della **frequenza** dei condensatori **C1** e delle resistenze **R1** useremo le stesse formule utilizzate per l'alimentazione **duale**.

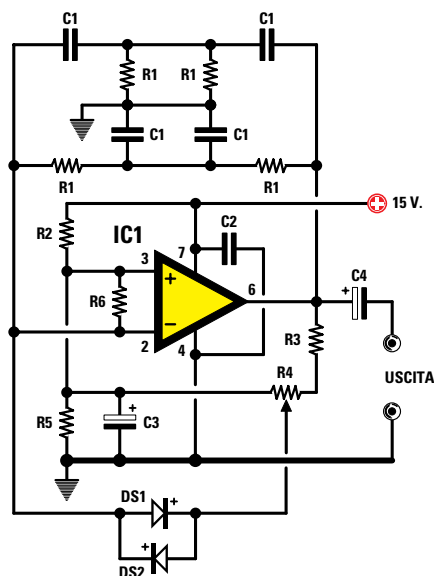
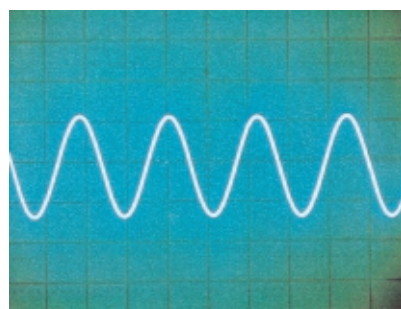



Fig.182 Per alimentare il generatore di onde sinusoidali con una tensione SINGOLA dovremo aggiungere due resistenze (vedi R5-R6) e due condensatori elettrolitici (vedi C3-C4).

R2 = 10.000 ohm
R3 = 1.000 ohm
R4 = 10.000 ohm trimmer
R5-R6 = 10.000 ohm
C2 = 100.000 pF ceramico
C3-C4 = 10 microF elettrolitico
DS1-DS2 = diodi al silicio

Avanti
Indietro
Zoom

GENERATORE di ONDE QUADRE alimentato da una tensione DUALE

Per realizzare uno **stadio oscillatore** in grado di generare delle **onde quadre** dobbiamo usare lo schema riportato in fig.183.

Modificando il valore del condensatore **C1** e della resistenza **R1** potremo variare il valore della **frequenza** generata.

Per conoscere il valore in **Hertz** della frequenza generata potremo usare la formula:

Hertz = 455.000 : (C1 nanoF x R1 kiloohm)

Sapendo che tutti i condensatori e le resistenze hanno sempre delle **tolleranze**, il valore della **frequenza** calcolata è **approssimativo**.
Conoscendo la **frequenza** che desideriamo ottenere e il valore della resistenza **R1** in **kiloohm**, potremo ricavare il valore della **capacità C1** in **nanofarad** tramite questa formula:

C1 nanoF = 455.000 : (R1 kiloohm x Hertz)

Conoscendo il valore della **capacità** in **nanofarad** potremo ricavare il valore della resistenza **R1** in **kiloohm** tramite questa formula:

R1 kiloohm = 455.000 : (C1 nanoF x Hertz)

ESEMPIO di CALCOLO per R1

Vogliamo realizzare uno stadio oscillatore che generi una frequenza di **500 Hz** utilizzando un condensatore da **33.000 picofarad** e quindi vorremmo conoscere il valore della resistenza **R1**.

Soluzione = come prima operazione divideremo i **33.000 picofarad** per **1.000** in modo da ottenere un valore espresso in **nanofarad**, dopodiché eseguiamo i nostri calcoli usando la formula:

R1 kiloohm = 455.000 : (C1 nanoF x Hertz)

455.000 : (33 x 500) = 27,57 kiloohm

Poiché questo valore **non** è standard, se vogliamo ottenere un'esatta frequenza di **500 Hz** dovremo utilizzare una resistenza da **27 kiloohm** collegando in **serie** un trimmer da **1.000 ohm**, che tareremo fino ad ottenere un'esatta frequenza di **500 Hz**.

ESEMPIO di CALCOLO per la FREQUENZA

Abbiamo realizzato uno stadio oscillatore utilizzando per **C1** una capacità di **12 nanofarad** e per **R1** una resistenza da **33 kiloohm** quindi vorremmo conoscere quale **frequenza** otterremo.

Soluzione = per conoscere il valore della **frequenza** usiamo la formula:

Hertz = 455.000 : (C1 nanoF x R1 kiloohm)

quindi lo stadio oscillatore dovrebbe oscillare sui:

455.000 : (12 x 33) = 1.148 Hertz

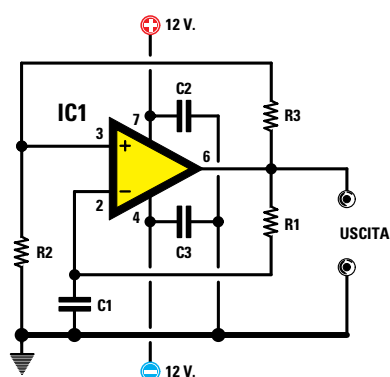
Considerando la **tolleranza** del condensatore e della resistenza, in pratica potremo ottenere una **frequenza** compresa tra **1.000-1.200 Hz**.

R2-R3 = 10.000 ohm
C2-C3 = 100.000 pF ceramico

Fig.183 Per realizzare un oscillatore in grado di generare delle onde Quadre potremo usare questo schema che andrà alimentato con una tensione DUALE.

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

GENERATORE di ONDE QUADRE alimentato da una tensione SINGOLA

Per alimentare uno **stadio oscillatore** con una tensione **singola** dobbiamo utilizzare lo schema riportato in fig.184.

Per calcolare il valore della **resistenza** in **kiloohm** conoscendo il valore della **frequenza** e quello del condensatore in **nanofarad** usiamo la formula:

R1 kiloohm = 714.000 : (C1 nanoF x Hertz)

Per calcolare il valore del condensatore in **nanofarad** conoscendo il valore della **frequenza** e quello della resistenza in **kiloohm** usiamo la formula:

C1 nanoF = 714.000 : (R1 kiloohm x Hertz)

Anche in questo schema per variare il valore della **frequenza** dovremo solo modificare il valore del condensatore **C1** e della resistenza **R1**.

Per calcolare il valore della **frequenza** generata con uno stadio alimentato da una tensione **singola** dobbiamo usare questa formula:

Hertz = 714.000 : (C1 nanoF x R1 kiloohm)

ESEMPIO di CALCOLO per R1

Vogliamo realizzare uno stadio oscillatore alimentato da una tensione **singola** che ci fornisca una frequenza di **500 Hz** utilizzando un condensatore da **33.000 picofarad** e quindi vorremmo conoscere il valore della resistenza **R1**.

Soluzione = come prima operazione dividiamo i **33.000 picofarad** per **1.000** in modo da ottenere un valore espresso in **nanofarad**, dopodiché eseguiamo i nostri calcoli usando la formula:

R1 kiloohm = 714.000 : (C1 nanoF x Hertz)
714.000 : (33 x 500) = 43,27 kiloohm

Poiché questo valore **non** è standard, se vogliamo ottenere un'esatta frequenza di **500 Hz** dovremo utilizzare una resistenza da **39 kiloohm** collegando in **serie** un trimmer da **5.000 ohm** che tareremo fino ad ottenere un'esatta frequenza di **500 Hz**.

ESEMPIO di CALCOLO per la FREQUENZA

Abbiamo realizzato uno stadio oscillatore alimentato con una tensione **singola** utilizzando per **C1** una capacità di **12 nanofarad** e per **R1** una resistenza da **33 kiloohm** e vorremmo conoscere quale **frequenza** otterremo.

Soluzione = per conoscere il valore della **frequenza** usiamo la formula:

Hertz = 714.000 : (C1 nanoF x R1 kiloohm)

Quindi con i valori prescelti otterremo:

714.000 : (12 x 33) = 1.803 Hertz

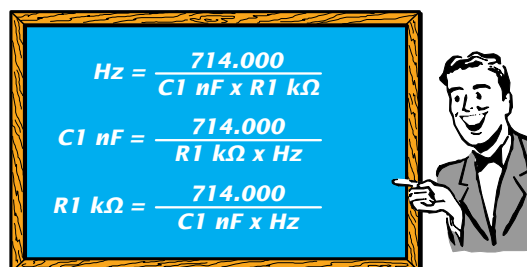
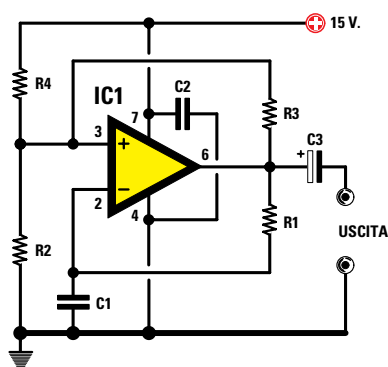
Considerando la **tolleranza** del condensatore e della resistenza in pratica otterremo una **frequenza** compresa tra **1.700-1.900 Hz**.

R2-R3-R4 = 10.000 ohm
C2 = 100.000 pF ceramico
C3 = 10 microF elettrolitico

Fig.184 Per realizzare un oscillatore in grado di generare delle onde Quadre da alimentare con una tensione SINGOLA potremo usare questo schema. Per conoscere il valore della frequenza generata dovremo usare le formule riportate nella lavagna.

GENERATORE di ONDE TRIANGOLARI alimentato da una tensione DUALE

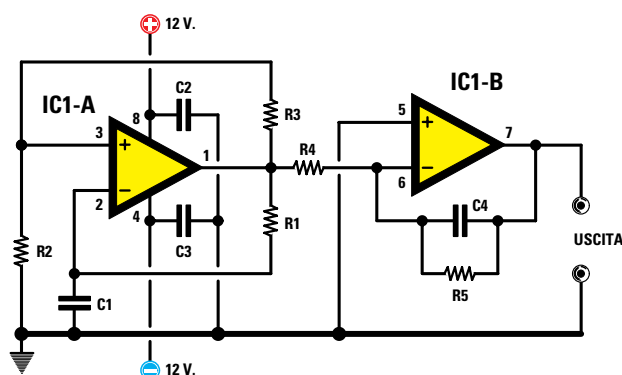



Fig.185 Generatore di onde Triangolari alimentato con una tensione DUALE.

R2-R3 = 100.000 ohm
R4 = valore identico a R1
R5 = maggiore di R1 di 18-22 volte
C2-C3 = 100.000 pF

Per realizzare uno **stadio oscillatore** in grado di generare delle **onde triangolari** sono necessari **due** operazionali collegati come visibile in fig.185.

Il primo operazionale, vedi **IC1/A**, viene utilizzato per generare un'onda quadra ed il secondo operazionale, vedi **IC1/B**, per trasformare quest'onda quadra in una **triangolare**.

Se vogliamo che questo circuito funzioni dovremo rispettare queste condizioni:

– Il valore del condensatore **C1** deve essere identico al valore del condensatore **C4**.
– Il valore della resistenza **R1** deve essere identico al valore della resistenza **R4**.
– Il valore della resistenza **R5** deve essere maggiore di **R1** da **18** a **22 volte**.

Per conoscere il valore della **frequenza** in **Hertz** generata usiamo questa formula:

Hertz = 455.000 : (C1 nanoF x R1 kiloohm)

Per calcolare il valore della **resistenza** in **kiloohm** conoscendo il valore della **frequenza** e quello del condensatore in **nanofarad** usiamo la formula:

R1 kiloohm = 455.000 : (C1 nanoF x Hertz)

Per calcolare il valore della **capacità** in **nanofarad** conoscendo il valore della **frequenza** e quello della resistenza in **kiloohm** usiamo la formula:

C1 nanoF = 455.000 : (R1 kiloohm x Hertz)

ESEMPIO di CALCOLO

Volendo realizzare uno stadio oscillatore che generi una frequenza di **300 Hz** utilizzando per **C1** un condensatore da **100 nanofarad**, vorremmo conoscere quale valore utilizzare per **R1-R4-R5**.

Soluzione = come prima operazione ricaviamo il valore della resistenza **R1** con la formula:

R1 kiloohm = 455.000 : (C1 nanoF x Hertz)

455.000 : (100 x 300) = 15,16 kiloohm

Poiché **15,16 kiloohm** non è un valore standard possiamo tranquillamente utilizzare una resistenza da **15 kiloohm** pari a **15.000 ohm**.

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

Per la resistenza **R4** usiamo lo stesso valore di **R1**, cioè **15 kiloohm**, mentre per la resistenza **R5**,che deve risultare maggiore da **18** a **22 volte**, calcoliamo il valore **standard** più prossimo:

15 x 18 = 270 kiloohm
15 x 22 = 330 kiloohm

Possiamo dunque indifferentemente utilizzare una resistenza da **270 kiloohm** pari a **270.000 ohm** oppure di **330 kiloohm** pari a **330.000 ohm**.

Poiché il valore di **C4** deve risultare identico al valore di **C1** anche per questo condensatore usiamo una capacità di **100 nanofarad**.

CALCOLARE il valore della FREQUENZA

Vogliamo realizzare uno stadio oscillatore utilizzando per **C1** una capacità di **33 nanofarad** e per **R1** una resistenza da **12 kiloohm** e vorremmo conoscere quale **frequenza** otterremo.

Soluzione = per conoscere il valore della **frequenza** usiamo la formula:

Hertz = 455.000 : (C1 nanoF x R1 kiloohm)

Quindi otterremo una frequenza molto prossima a:

455.000 : (33 x 12) = 1.148 Hertz

Per **R4** usiamo una resistenza da **12 kiloohm** mentre per la resistenza **R5**, che deve risultare maggiore al valore di **R1** da **18** a **22 volte**, controlliamo quale valore **standard** riusciamo ad ottenere:

12 x 18 = 216 kiloohm
12 x 19 = 228 kiloohm
12 x 20 = 240 kiloohm
12 x 21 = 252 kiloohm
12 x 22 = 264 kiloohm

I valori **standard** più vicini sono **220 kiloohm** pari a **220.000 ohm** o **270 kiloohm** pari a **270.000 ohm**, quindi potremo usare uno di questi valori.

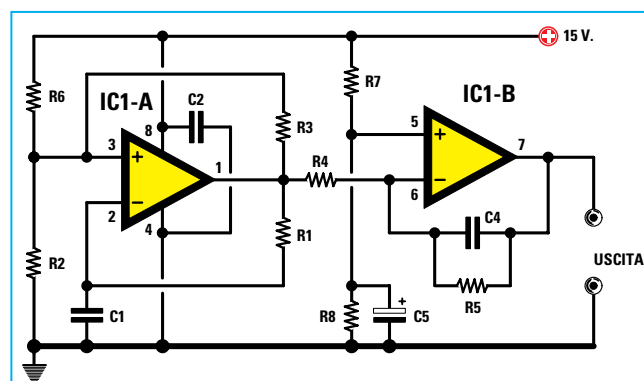
GENERATORE di ONDE TRIANGOLARI alimentato da una tensione SINGOLA

R2-R3-R6 = 100.000 ohm
R4 = valore identico a R1
R5 = maggiore di R1 di 18-22 volte
R7-R8 = 10.000 ohm
C2 = 100.000 pF ceramico
C4 = valore identico a C1
C5 = 10 microfarad elettrolitico

Fig.186 Schema di un Generatore di onde Triangolari idoneo per essere alimentato con una tensione SINGOLA. I partitori resistivi R6-R2 e R7-R8 provvedono ad alimentare gli ingressi NON INVERTENTI di IC1/A e IC1/B con una tensione pari alla metà di quella di alimentazione.

NOTA IMPORTANTE: Come già precisato nel testo, le frequenze che otteniamo con le formule riportate per i generatori di onde Sinusoidali - Quadre - Triangolari e a Dente di Sega sono sempre approssimative, perché non va dimenticato che i valori delle capacità dei condensatori ed i valori ohmici delle resistenze hanno delle tolleranze che normalmente si aggirano intorno ad un 5 % in più o in meno del valore dichiarato.

Se vogliamo alimentare questo **stadio oscillatore** con una tensione **singola** dovremo modificare lo schema precedente con quello riportato in fig.186.
Anche questo circuito funzionerà solo se rispetteremo queste condizioni:

– Il valore del condensatore **C1** deve essere **identico** al valore del condensatore **C4**.
– Il valore della resistenza **R1** deve essere **identico** al valore della resistenza **R4**.
– Il valore della resistenza **R5** deve essere **maggiore** di **R1** da **18** a **22 volte**.

Per calcolare il valore in **Hertz** della frequenza generata con uno stadio alimentato da una tensione **singola** dovremo usare questa diversa formula:

Hertz = 714.000 : (C1 nanoF x R1 kiloohm)

Per calcolare il valore del **condensatore** in **nanofarad** conoscendo il valore della **frequenza** e della resistenza in **kiloohm** useremo la formula:

C1 nanoF = 714.000 : (R1 kiloohm x Hertz)

Per calcolare il valore della **resistenza** in **kiloohm** conoscendo il valore della **frequenza** e quello del condensatore in **nanofarad** useremo la formula:

R1 kiloohm = 714.000 : (C1 nanoF x Hertz)

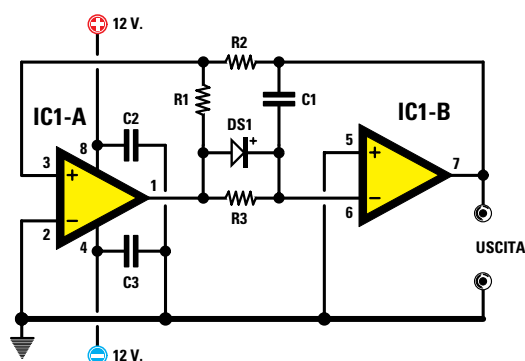
GENERATORE di ONDE a DENTE di SEGA alimentato da una tensione DUALE

R1 = 12.000 ohm
R2 = 8.200 ohm
C2-C3 = 100.000 pF ceramico
DS1 = diodo al silicio

Fig.187 Schema di un generatore a dente di Sega alimentato con una tensione DUALE.

Per realizzare uno **stadio oscillatore** di **onde a dente di sega** ci occorrono **due** operazionali che collegheremo come visibile in fig.187.
Anziché utilizzare due integrati contenenti un solo operazionale, conviene sempre scegliere un integrato che contenga **due** operazionali.

Per conoscere il valore in **Hertz** della frequenza generata potremo usare la formula:

Hertz = 731.000 : (C1 nanoF x R3 kiloohm)

Sapendo che tutti i condensatori e le resistenze hanno sempre delle **tolleranze** il valore della **frequenza** calcolata è **approssimativo**.

Conoscendo la **frequenza** in **Hertz** che desideriamo ottenere ed il valore della resistenza **R3** in **kiloohm** noi potremo ricavare il valore della **capacità C1** in **nanofarad** tramite questa formula:

C1 nanoF = 731.000 : (R3 kiloohm x Hertz)

Conoscendo il valore della **capacità C1** in **nanofarad** potremo ricavare il valore della resistenza **R3** in **kiloohm** tramite questa formula:

R3 kiloohm = 731.000 : (C1 nanoF x Hertz)

Se in questo circuito rivolgeremo il **catodo** del diodo **DS1** verso l'ingresso dell'operazionale **IC1/B** otterremo delle onde a dente di sega con il lato **inclinato** rivolto verso **sinistra** (vedi fig.189), mentre se rivolgeremo il **catodo** verso l'uscita di **IC1/A** otterremo delle onde a dente di sega con il lato **inclinato** rivolto verso **destra** (vedi fig.190).

GENERATORE di ONDE a DENTE di SEGA alimentato da una tensione SINGOLA

Se vogliamo alimentare lo stadio oscillatore a **denti** di **sega** riportato in fig.187 con una tensione **singola** dovremo modificare lo schema come visibile in fig.188.
Come potete notare, il piedino d'ingresso **invertente** di **IC1/A** non è più collegato a massa, ma sulla giunzione delle due resistenze **R5-R4** così da alimentare questo ingresso con una tensione che risulti pari alla **metà** di quella di alimentazione.
Anche l'ingresso **non invertente** di **IC1/B**, che nello schema di fig.188 risultava collegato a massa, in questo schema è collegato sulla giunzione delle due resistenze **R6-R7** per alimentare anche questo ingresso con una tensione che risulti pari alla **metà** di quella di alimentazione.

Per dimezzare questa tensione è necessario usare due **identici** valori ohmici, quindi consigliamo di utilizzare sia per **R5-R4** sia per **R6-R7** delle resistenze da **10.000 ohm**.

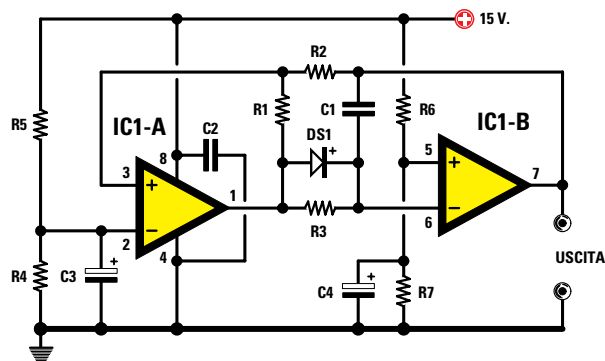
Anche in questo circuito se rivolgiamo il **catodo** del diodo **DS1** verso l'ingresso dell'operazionale **IC1/B** otterremo in uscita delle onde a dente di sega con il lato **inclinato** verso **sinistra** (vedi fig.189).
Se rivolgiamo il **catodo** di **DS1** verso l'uscita di **IC1/A** (vedi fig.190), otterremo delle onde a dente di sega con il lato **inclinato** verso **destra**.
Per calcolare il valore della resistenza **R1** e del condensatore **C1** possiamo usare le stesse formule usate per l'alimentazione **duale**.

R1 = 12.000 ohm
R2 = 8.200 ohm
R4-R5-R6-R7 = 10.000 ohm
C2 = 100.000 pF ceramico
C3-C4 = 10 microF elettrolitico
DS1 = diodo al silicio

Fig.188 Per alimentare il generatore di onde a dente di sega con una tensione SINGOLA, dovremo aggiungere allo schema di fig.187 quattro resistenze e due elettrolitici.

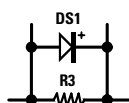
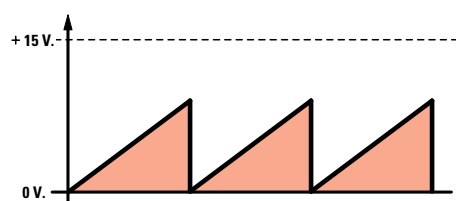
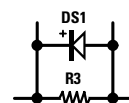
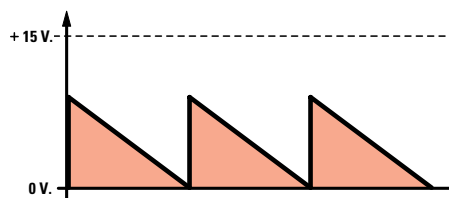



Fig.189 Se negli schemi di figg.187-188 rivolgeremo il catodo del diodo DS1 verso IC1/B, in uscita otterremo un'onda triangolare con il lato inclinato rivolto verso sinistra.

Fig.190 Se rivolgiamo il catodo del diodo DS1 verso IC1/A, in uscita otterremo un'onda triangolare rovesciata, cioè con il lato inclinato rivolto verso destra.

RADDRIZZATORI di SEGNALI ALTERNATI

Per ricavare da una tensione **alternata** una tensione **continua** si usa normalmente un **diodo** al **silicio** oppure un **ponte raddrizzatore** composto da **4 diodi**, se si devono raddrizzare le **due** semionde.

Come vi abbiamo spiegato nella **Lezione N.8** un **diodo** al **silicio** inizia a raddrizzare una tensione alternata solo quando questa supera i **0,7 volt**.
Una caduta di **0,7 volt** in uno stadio di alimentazione non crea nessun inconveniente in quanto la tensione **continua** che otterremo è sempre maggiore dei **volt efficaci** applicati sull'ingresso.

Quando occorre raddrizzare delle tensioni o dei segnali **BF** di pochi **millivolt** non è possibile utilizzare un **diodo** perché in uscita **non** otterremo nessuna tensione continua.

Un circuito in grado di raddrizzare tensioni o segnali di **BF** di pochi **millivolt** e con una elevata **precisione** si può realizzare con un operazionale.

RADDRIZZATORE IDEALE alimentato da una tensione DUALE

In fig.191 riportiamo lo schema di un raddrizzatore **ideale** che raddrizza le sole **semionde positive**.
Come potete notare, la tensione da raddrizzare viene applicata sull'ingresso **non invertente +**.

Quando sull'ingresso **non** risulta applicato nessun segnale, sull'uscita ritroviamo una tensione di **0 volt** mentre in presenza di un segnale alternato sul piedino d'uscita ritroviamo le sole **semionde positive** la cui ampiezza risulterà pari ai **volt** di **picco**.

Quindi se sull'ingresso giunge una tensione alternata di **0,005 volt di picco** sull'uscita ritroviamo una tensione continua **positiva** di **0,005 volt**.

Un altro **raddrizzare ideale** che raddrizza le sole **semionde positive** è quello di fig.192 che, a differenza del primo, utilizza **due** diodi raddrizzatori.

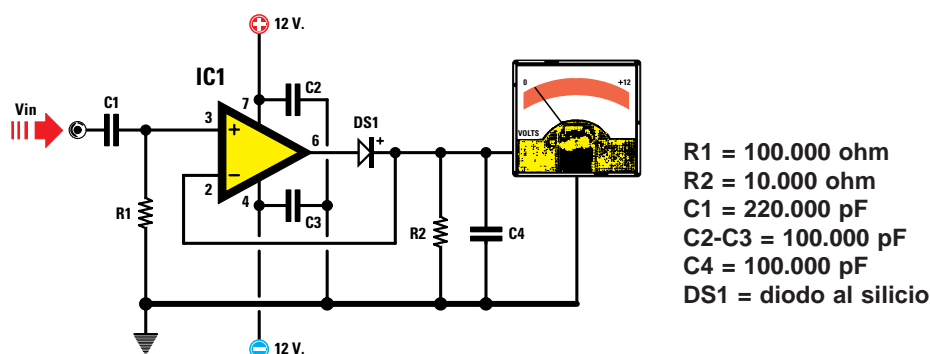



Fig.191 Schema di un raddrizzatore ideale da alimentare con una tensione DUALE.

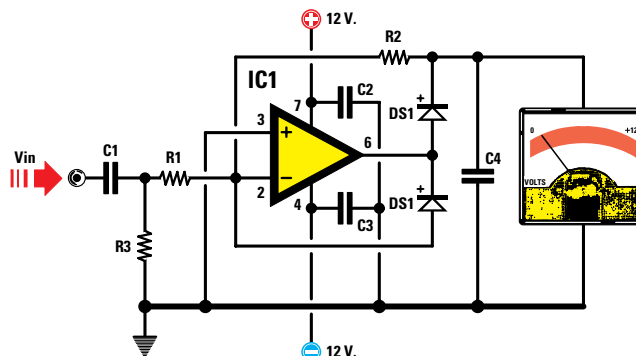



Fig.192 Utilizzando due diodi collegati come visibile in figura potremo amplificare la tensione raddrizzata modificando i valori delle due resistenze R1-R2.

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

In questo secondo circuito il segnale raddrizzato può essere **amplificato** se il valore della resistenza **R2** risulta **maggiore** del valore della **R1**.

Infatti il **guadagno** di questo stadio si calcola con:

Guadagno = R2 : R1

quindi se non vogliamo amplificare il guadagno dovremo usare per **R2-R1** due **identici** valori ohmici.

Se nei circuiti visibili nelle figg.191-192 invertiamo la **polarità** dei diodi, anziché raddrizzare le semionde **positive** raddrizzeremo quelle **negative**.

RADDRIZZATORE IDEALE alimentato da una tensione SINGOLA

In fig.193 lo schema di un raddrizzatore **ideale** che raddrizza le sole **semionde positive**.
Anche in questo circuito la tensione da raddrizzare viene sempre applicata sull'ingresso **non invertente**, ma come potete notare questo ingresso viene polarizzato con una tensione pari alla **metà** di quella di alimentazione tramite le resistenze **R1-R2** da **10.000 ohm**.
Quindi se l'operazionale viene alimentato con una tensione di **12 volt**, sull'ingresso **non invertente** ritroviamo una tensione di **6 volt**.
Se l'operazionale viene alimentato con una tensione di **15 volt**, sull'ingresso **invertente** ritroviamo una tensione di **7,5 volt**.

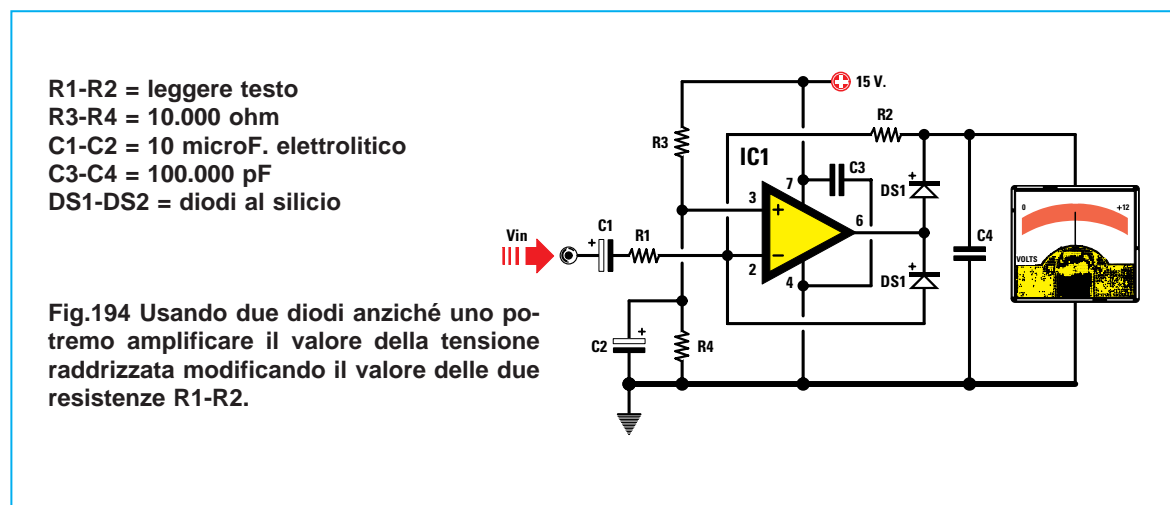
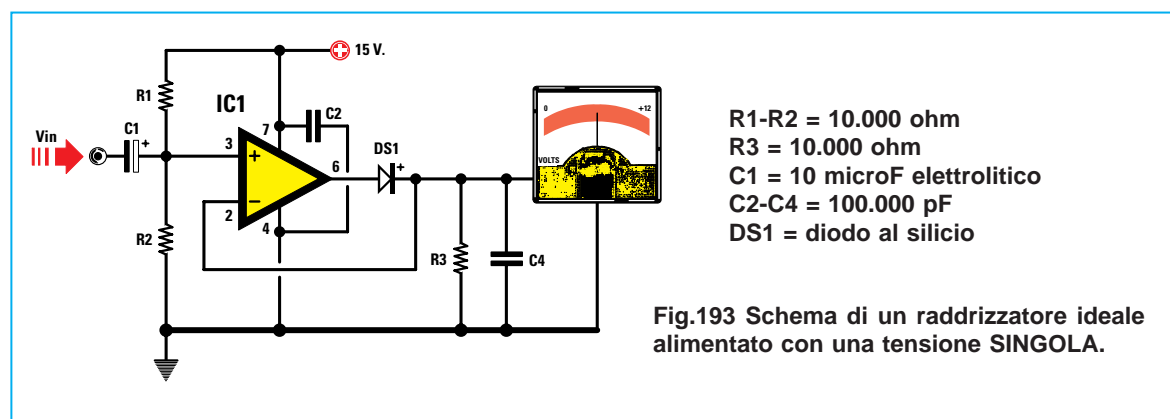
Alimentando il raddrizzatore con una tensione **singola**, quando sull'ingresso **non** risulta applicato nessun segnale in uscita **non** ritroviamo una tensione di **0 volt**, ma una tensione **positiva** pari alla **metà** di quella di alimentazione.
In presenza di un segnale alternato sul piedino d'uscita ritroviamo le **semionde positive** la cui ampiezza risulterà pari alla **metà** dei volt di alimentazione più i **volt raddrizzati**.

Quindi se alimentiamo il circuito con una tensione singola di **15 volt** e sull'ingresso applichiamo un segnale alternato di **0,005 volt picco/picco**, sulla sua uscita ritroviamo una tensione continua **positiva** di **7,5 volt** più i **0,005 volt** raddrizzati.

R1-R2 = 10.000 ohm
R3 = 10.000 ohm
C1 = 10 microF elettrolitico
C2-C4 = 100.000 pF
DS1 = diodo al silicio

Fig.193 Schema di un raddrizzatore ideale alimentato con una tensione SINGOLA.

R1-R2 = leggere testo
R3-R4 = 10.000 ohm
C1-C2 = 10 microF. elettrolitico
C3-C4 = 100.000 pF
DS1-DS2 = diodi al silicio

Fig.194 Usando due diodi anziché uno potremo amplificare il valore della tensione raddrizzata modificando il valore delle due resistenze R1-R2.

INTERRUTTORE CREPUSCOLARE

Ora che sapete “quasi tutto” sugli amplificatori operazionali, vi dimostreremo come si possa realizzare un **interruttore crepuscolare** che provveda ad eccitare o a diseccitare un **relè** al variare della luminosità che colpisce una **fotoresistenza**.

Leggendo la descrizione dello schema elettrico e delle sue funzioni, comprenderete come utilizzare in pratica un **generatore** di **corrente costante**, un **trigger** di **Schmitt** e una **fotoresistenza**.

Questo circuito può essere utilizzato per accendere in modo automatico le **lampade** di un viale, di un condominio oppure del proprio giardino al sopraggiungere della sera e per spegnerle al mattino.

SCHEMA ELETTRICO

Nello schema elettrico riportato in fig.195, il primo operazionale **IC1/A** e il transistor **TR1** vengono utilizzati per ottenere un **generatore** di **corrente costante**, in grado di fornire in uscita una corrente di **0,002 amper** pari a **2 milliamper**.

Per conoscere il valore della tensione **Vin** da applicare sull’ingresso **non invertente**, utilizzando per **R1** una resistenza da **2.200 ohm** e per **R2** una resistenza da **10.000 ohm**, dovremo usare la seguente formula:

Vin = [Vcc : (R1 + R2)] x R2

Alimentando il circuito con una **Vcc** di **12 volt**, il valore della tensione **Vin** risulterà pari a:

[12 : (2.200 + 10.000)] x 10.000 = 9,836 volt

Conoscendo il valore della resistenza **R3** applicata sull’**E**mettitore del transistor **TR1**, pari a **1.000 ohm**, potremo conoscere quale **corrente** erogherà questo **generatore** utilizzando la formula:

amper = (Vcc – Vin) : R3

Vcc = **volt** di alimentazione dell’operazionale;
Vin = **volt** applicati sull’ingresso **non invertente**;
R3 = valore in **ohm** della resistenza di **E**mettitore.

quindi avremo:

(12 – 9,836) : 1.000 = 0,0021 amper

corrispondenti a **2,1 milliamper**.
Questa **corrente** verrà applicata alla resistenza **R4** da **4.700 ohm** e alla **fotoresistenza** siglata **FR1**.
Quando la **fotoresistenza** è al **buio**, presenta la sua **massima** resistenza che si aggira intorno a **1.000.000 ohm** (**1 megaohm**), quindi il valore del **parallelo FR1+R4** risulta pari a:

ohm del parallelo = (FR1 x R4) : (FR1 + R4)

Eseguendo questa operazione otteniamo il valore di **4.678 ohm**.

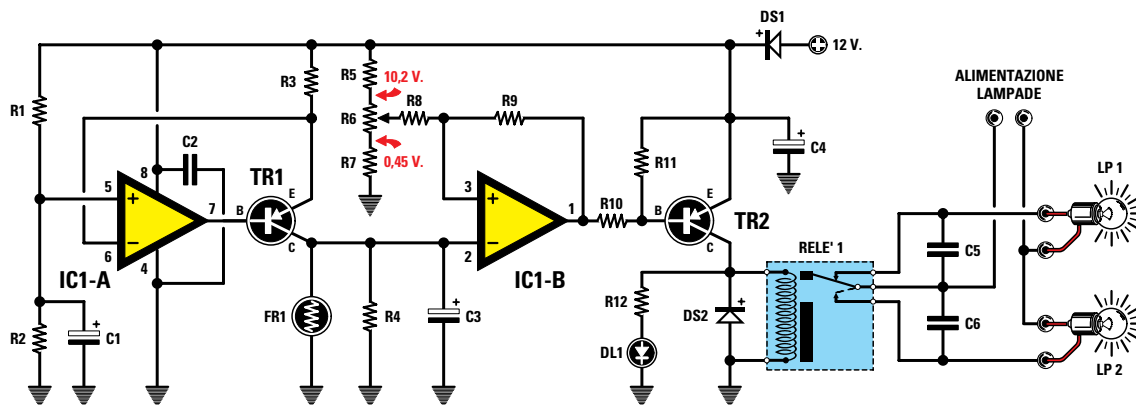



Fig.195 Schema elettrico dell'interruttore crepuscolare. La lampada LP1 si accende quando il relè risulta diseccitato e si spegne a relè eccitato, mentre la lampada LP2 si accende quando il relè risulta eccitato e si spegne a relè diseccitato.

ELENCO COMPONENTI LX.5034

R1 = 2.200 ohm		C6 = 10.000 pF poliestere
R2 = 10.000 ohm	R10 = 5.600 ohm	DS1 = diodo tipo 1N.4007
R3 = 1.000 ohm	R11 = 10.000 ohm	DS2 = diodo tipo 1N.4007
R4 = 4.700 ohm	R12 = 1.000 ohm	DL1 = diodo led
R5 = 1.800 ohm	C1 = 10 microF. elettrolitico	TR1 = PNP tipo BC.328
R6 = 10.000 ohm trimmer	C2 = 100.000 pF poliestere	TR2 = PNP tipo BC.328
R7 = 470 ohm	C3 = 10 microF. elettrolitico	IC1 = integrato tipo LM.358
R8 = 10.000 ohm	C4 = 100 microF. elettrolitico	RELÈ1 = relè 12 volt
R9 = 1 megaohm	C5 = 10.000 pF poliestere	FR1 = fotoresistenza

Se la **fotoresistenza** viene illuminata da una **luce media**, la sua resistenza ohmica scende su un valore di circa **50.000 ohm**, quindi il valore ohmico del **parallelo FR1+R4** si aggira sui **4.296 ohm**.

Se la **fotoresistenza** viene illuminata da una **luce intensa**, il suo valore ohmico scende su un valore di circa **100 ohm**; pertanto il valore ohmico del **parallelo FR1+R4** si aggira intorno ai **98 ohm**.

Proviamo ora a calcolare quale tensione è presente ai capi del **parallelo FR1-R4** con i tre valori sopra calcolati, cioè **4.678 - 4.296 - 98 ohm**, utilizzando la formula:

volt = ohm x amper

Poichè il **generatore** di **corrente costante** eroga una **corrente** di **0,0021 amper**, otteniamo queste tensioni:

FR1 al buio = 4.678 x 0,0021 = 9,82 volt
FR1 a media luce = 4.296 x 0,0021 = 9,02 volt
FR1 a max luce = 98 x 0,0021 = 0,2 volt

Per **eccitare** un **relè** quando la **luce** si **abbassa** e **diseccitarlo** quando la luce **aumenta**, dobbiamo usare un secondo operazionale che funzioni da **trigger** di **Schmitt** con soglia **regolabile**.

Questo secondo operazionale, siglato **IC1/B**, è presente all'interno dell'integrato **LM.358** (fig.198).

Come appare evidenziato nello schema elettrico, la tensione presente ai capi di **FR1+R4** viene applicata sull'ingresso **invertente** di **IC1/B**, mentre sull'opposto ingresso **non invertente** viene applicata la tensione prelevata dal cursore del trimmer **R6**.

Ruotando il cursore del potenziometro verso la resistenza **R5**, invieremo sull'ingresso **non invertente** una tensione di circa **10,2 volt**.

Ruotando il cursore del potenziometro verso la resistenza **R7**, invieremo sull'ingresso **non invertente** una tensione di circa **0,45 volt**.

Come vi abbiamo spiegato nel capitolo dedicato al

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

Fig.196 Ecco come si presenterà la basetta una volta completato il montaggio.

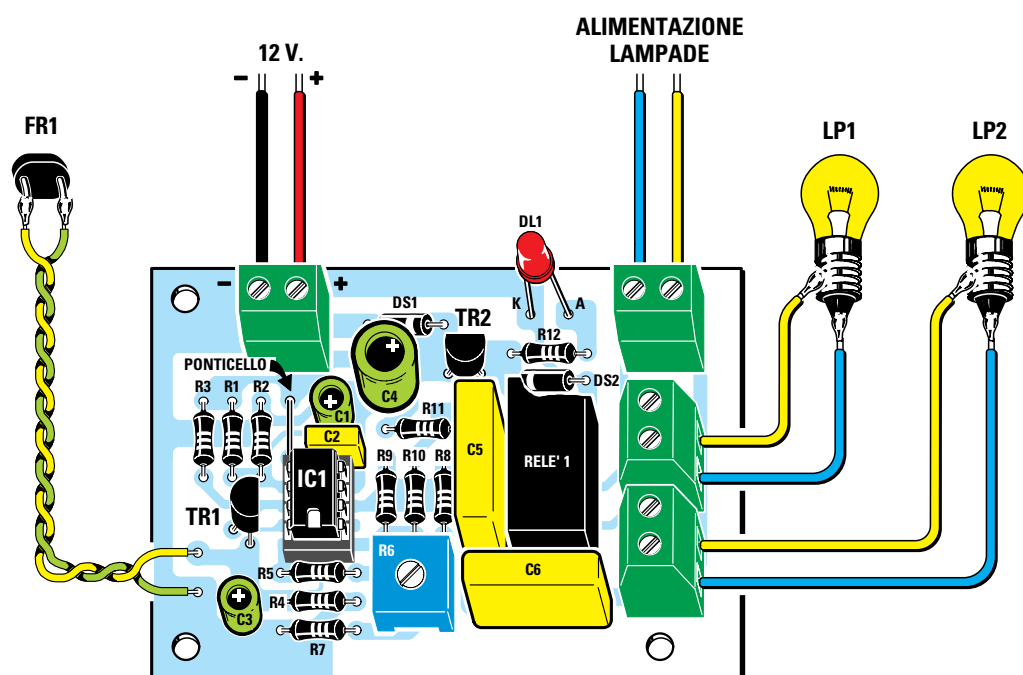
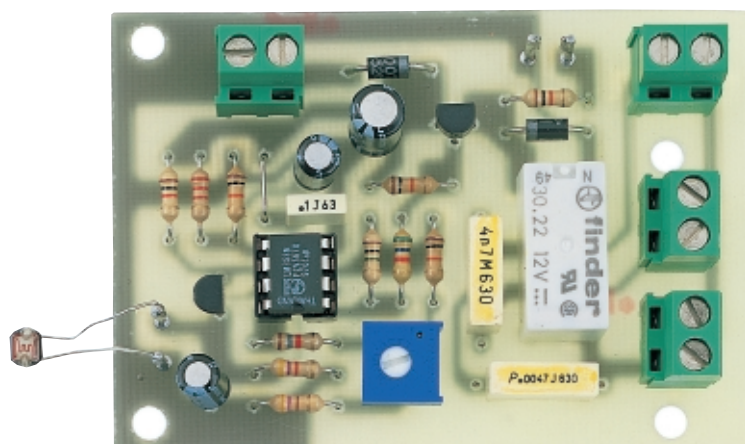



Fig.197 Schema pratico di montaggio dell'interruttore crepuscolare. Non dimenticatevi di inserire nei due fori posti in prossimità della resistenza R2 uno spezzone di filo di rame nudo, che potete recuperare dopo aver accorciato i terminali di una resistenza.

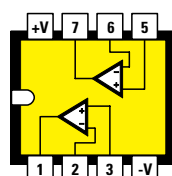
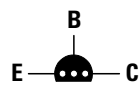
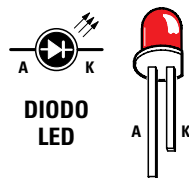



Fig.198 Connessioni del doppio operazionale LM.358 viste da sopra con la tacca di riferimento rivolta a sinistra. Le connessioni del transistor BC.328 sono viste da sotto. Nel caso del diodo led ricordate che il terminale più lungo è l'Anodo e il più corto il Catodo.

trigger di **Schmitt**, sul piedino d'**uscita** di questo operazionale possono essere presenti due diverse tensioni:

0 volt = quando la tensione sull'ingresso **invertente** è **maggiore** di quella presente sull'ingresso **non invertente**. Ricordate che **0 volt** significa piedino d'**uscita** cortocircuitato a **massa**.

12 volt = quando la tensione sull'ingresso **invertente** è **minore** di quella presente sull'ingresso **non invertente**. In pratica, otterremo una tensione **positiva** di soli **11 volt**.

Ora ricordiamo come varia la **tensione** ai capi della **FR1+R4** al variare della **luce**:

- quando la luce **aumenta**, si **abbassa** la tensione sull'ingresso **invertente**;

- quando la luce si **abbassa**, **aumenta** la tensione sull'ingresso **invertente**.

Ammettiamo che la **fotoresistenza** riceva una luce in grado di ottenere ai capi di **FR1+R4** una tensione di **6 volt** e di regolare il potenziometro **R6** in modo da far giungere sull'ingresso **non invertente** una tensione di **6,5 volt**.

Poichè la tensione che entra nell'ingresso **invertente** è **minore** di quella presente sull'ingresso **non invertente** (**6 volt** contro **6,5 volt**), sul piedino d'**uscita** sarà presente una tensione **positiva** di circa **11 volt**.

Se la luce che colpisce la fotoresistenza **diminuisce** d'intensità, la tensione ai capi di **FR1+R4** sale da **6 volt** oltre i **7 volt**.

Poichè la tensione che entra nell'ingresso **invertente** è **maggiore** di quella presente sull'ingresso **non invertente** (**7 volt** contro **6,5 volt**), sul piedino d'**uscita** sarà presente una tensione di **0 volt**.

Come già abbiamo accennato, quando sul piedino d'**uscita** dell'operazionale **IC1/B** è presente una tensione di **0 volt**, tale piedino deve essere considerato cortocircuitato a **massa** e poichè a questa uscita è collegata la resistenza **R10**, questa polarizzerà la **B**ase del transistor **PNP** siglato **TR2**; quest'ultimo, iniziando a condurre, farà **eccitare** il relè collegato al **C**ollettore.

Quando sul piedino d'**uscita** dell'operazionale **IC1/B** è presente una tensione positiva di **11 volt** il transistor **TR1**, essendo un **PNP**, non si porterà in conduzione, quindi il **relè** rimarrà **diseccitato**.

Per far funzionare questo **interruttore crepuscolare** è necessario ruotare il trimmer **R6** fino a far **diseccitare** il relè in presenza di una **luce**.

Se l'intensità della luce **diminuisce**, il relè si **eccita** immediatamente e quindi i suoi contatti possono essere usati come **interruttore** per accendere delle lampade esterne.

Quando la luce **aumenta**, automaticamente il relè si **diseccita** spegnendo le lampade.

Il trimmer **R6**, regolando la tensione che giunge sull'ingresso **non invertente**, permette di determinare in corrispondenza di quale **livello** di luminosità vogliamo che il relè si **ecciti**.

Per alimentare questo circuito occorre una tensione di **12 volt**, che possiamo prelevare da un qualsiasi alimentatore.
Il diodo **DS1** collegato in serie al filo **positivo** dei **12 volt** è una **protezione**, che abbiamo inserito onde evitare di bruciare l'integrato e il transistor nel caso invertissimo i due fili **+/–** di alimentazione.
Il diodo led **DL1**, collegato in parallelo alla bobina del relè, indica con la sua accensione quando questo risulta **eccitato**.

REALIZZAZIONE PRATICA

Una volta in possesso del kit siglato **LX.5034** potete iniziare a montare sul circuito stampato tutti i componenti seguendo lo schema pratico di fig.197.

Vi suggeriamo di inserire nei due fori posti vicino alla resistenza **R2** uno spezzone di filo di rame **nudo**, necessario per formare un **ponticello** con le sottostanti piste in rame.
Senza questo **ponticello** il circuito **non** funzionerà.

Completata questa operazione, inserite lo **zoccolo** per l'integrato **IC1** e, dal lato opposto, saldate i terminali sulle piste in rame del circuito stampato.

Proseguendo nel montaggio, saldate tutte le **resistenze** verificando con attenzione il codice delle **fasce** colorate.
Dopo le resistenze inserite il **trimmer R6**, poi il diodo **DS1** rivolgendo il lato del suo corpo contornato da una **fascia bianca** verso destra, infine il diodo **DS2** rivolgendo il lato del suo corpo contornato da una fascia bianca verso **sinistra** (vedi disegno schema pratico di fig.197).

Completata questa operazione, inserite i tre con-

densatori **poliestere**, quindi i tre **elettrolitici** rispettando la polarità **+/–** dei loro due terminali.
Se sul corpo dell'elettrolitico non è indicato quale dei due terminali è il **positivo**, ricordate che si tratta sempre di quello **più lungo**.

Dopo questi componenti, potete montare i due transistor, orientando la parte **piatta** del corpo di **TR1** verso lo zoccolo dell'integrato **IC1** e la parte piatta di **TR2** verso l'alto.

Per completare il montaggio inserite il **relè**, le **quattro** morsettiere, il diodo led **DL1** e, nei terminali posti in basso a sinistra, la **fotoresistenza**.

A proposito del diodo led, vi ricordiamo che il terminale **più lungo** va innestato nel foro di destra contrassegnato dalla lettera **A**.

La fotoresistenza può essere collegata al circuito stampato anche con un filo lungo diversi metri.

Completato il montaggio, inserite nel relativo zoccolo l'integrato **LM.358**, orientando verso il basso la sua tacca di riferimento a forma di **U**.

COME COLLAUDARE il PROGETTO

Anche se alle due morsettiere poste sulla destra è possibile collegare delle lampade da **220 volt** ed applicare sulla morsettiera posta in alto, indicata dalla dicitura **alimentazione lampade**, la tensione di rete di **220 volt**, vi consigliamo di utilizzare delle lampade a **bassa tensione** da **12 volt** e di applicare sulla morsettiera una tensione continua o alternata di **12 volt**.

Il motivo di questa scelta è comprensibile, infatti se usate una **tensione bassa** potete tranquillamente toccare con le mani il circuito stampato, mentre se usate una tensione di **220 volt** potrebbe risultare **molto pericoloso** farlo.
Delle due lampade collegate alle morsettiere poste a destra, la **LP1** si **spegne** quando diminuisce la luce che colpisce la **fotoresistenza**, mentre la **LP2** si **accende**.
Per usare questo circuito come **interruttore crepuscolare**, serve la sola lampada **LP2**.

Collocata la lampada **LP2** alquanto distante dalla **fotoresistenza** e, dopo aver applicato sulla morsettiera posta in alto a sinistra la tensione di alimentazione di **12 volt**, provate a coprire la fotoresistenza con una scatola, in modo da **ridurre** la luminosità captata dalla fotoresistenza; in questo modo noterete che, raggiunto un certo valore di oscurità, la lampada **LP2** si accende.

Il trimmer **R6** permette di determinare a quale livello di oscurità il relè si deve **eccitare**.

Ruotando il cursore del trimmer **R6** in senso **orario** il relè si eccita con una **media** oscurità, mentre ruotandolo in senso **antiorario** il relè si eccita solo con il **buio** completo.

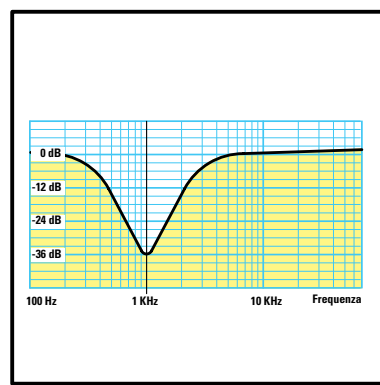
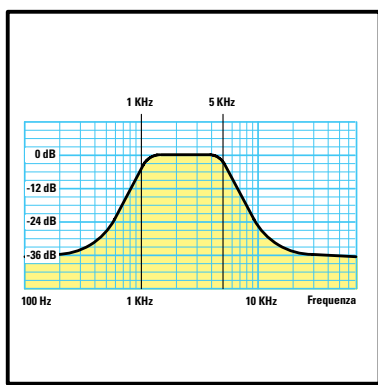
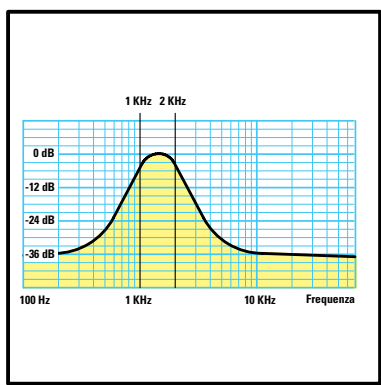
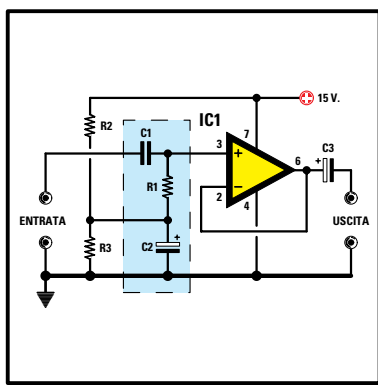
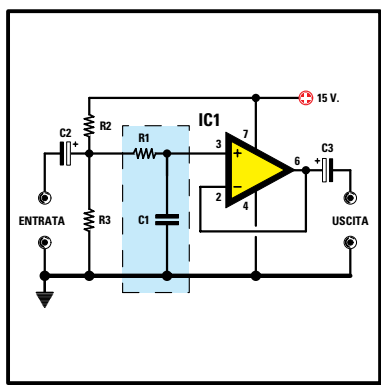
Volendo usare questo circuito come **interruttore crepuscolare**, dovete regolare il cursore del trimmer in modo che il relè si ecciti verso sera con una media oscurità.

Una volta realizzato questo circuito potete eseguire anche piccoli esperimenti, ad esempio appoggiando sulla superficie della fotoresistenza un vetro colorato, come una lente da occhiali da sole, potete regolare il trimmer **R6** fino a far eccitare il relè e constatare che, togliendo il vetro colorato, il relè si diseccita.
E, ancora, potete controllare se una lampada emette più luce rispetto ad un'altra, la trasparenza di un liquido, oppure la quantità di luce riflessa da una superficie se collocate la fotoresistenza all'interno di un tubetto scuro aperto solo ad una estremità.
Sono talmente tanti gli esperimenti che potete effettuare con questo circuito, che di sicuro non vi pentirete di averlo realizzato.

COSTO di REALIZZAZIONE

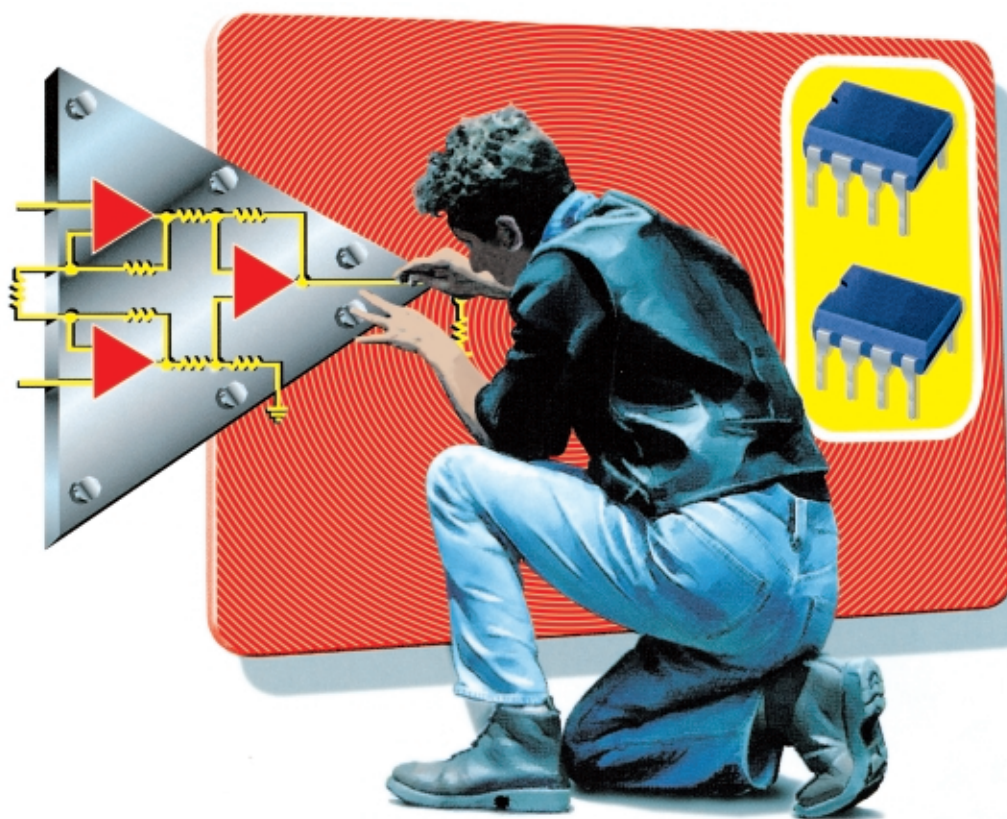
Costo di tutti i componenti necessari per realizzare il kit siglato **LX.5034** visibili in fig.197, vale a dire circuito stampato, integrato LM.358 completo di zoccolo, transistor, relè, resistenze, condensatori, diodo led e fotoresistenze, **escluse** ovviamente le due lampade LP1-LP2
Lire 22.000 Euro 11,36

Costo del solo circuito stampato **LX.5034**
Lire 3.900 Euro 2,01

Tutti prezzi sono già **comprensivi** di IVA. Coloro che richiedono il kit in **contrassegno**, dovranno aggiungere le spese postali richieste dalle P.T. che si aggirano intorno a **L.7.000 Euro 3,62** per pacco.

*imparare l'*ELETTRONICA *partendo da* ZERO

In questa Lezione abbiamo raggruppato tutti gli **schemi** e le **formule** necessari per realizzare degli efficienti filtri **passa-basso**, **passa-alto**, **passa-banda** e **notch** con gli amplificatori operazionali. Poiché l'**attenuazione** di questi filtri viene espressa in **dB x ottava**, vi spiegheremo cosa significa ciò ed anche di quanto si **riduce** l'ampiezza del segnale applicato sui loro ingressi.

Può darsi che, soprattutto ai principianti, questa Lezione risulti un po' **noiosa**, ma non **sottovalutatela**, perché se un domani vi dovesse capitare di progettare o riparare qualsiasi **filtro** ci darete ragione della sua **utilità** e non rimpiangerete di aver impiegato del tempo per leggerla e capirla.

Se vi è capitato di consultare qualche testo, vi sarete accorti che non viene mai chiaramente precisato se l'alimentazione debba essere **duale** o **singola** e, pur ammettendo che sia sottinteso che debba essere **duale**, nessuno si prende la briga di spiegare quali modifiche occorre apportare ai circuiti per alimentarli con una tensione **singola**. Ancora, per realizzare dei filtri di **ordine superiore** viene spesso consigliato di collegare in **serie** più filtri di **ordine inferiore**, ma nessuno precisa che in casi come questo è assolutamente necessario modificare il **guadagno** di ogni singolo stadio per evitare che il filtro **autooscilli**.
Ebbene, in questa Lezione troverete risposta a tutte queste domande e a molte altre.

FILTRI PASSA-BASSO PASSA-ALTO PASSA BANDA e NOTCH

I **filtri** vengono principalmente utilizzati per **attenuare** le **frequenze audio**.

A qualcuno questa affermazione potrebbe sembrare un paradosso: perché infatti, **attenuare** le frequenze quando nell'**Hi-Fi** si cerca di amplificarle in modo lineare dai **20 Hz** fino ai **30.000 Hz**?

Proprio nel campo **Hi-Fi** può risultare utile disporre di uno stadio che amplifichi le sole frequenze delle **note basse** per inviarle agli altoparlanti **woofer**, di un secondo stadio che amplifichi le sole frequenze delle **note medie** per inviarle agli altoparlanti **mid-range** e di un terzo stadio che amplifichi le sole frequenze delle **note acute** per inviarle agli altoparlanti **tweeter**.

Nota importante: vi ricordiamo che i **filtri attivi** non vanno applicati tra l'amplificatore e le Casse Acustiche, ma direttamente sull'ingresso dello stadio amplificatore. I **filtri** da applicare tra l'uscita dello stadio amplificatore e le Casse Acustiche sono **filtri passivi** formati da **induttanze** e **capacità** e sono chiamati filtri **crossover** (vedi Lezione N.6).

Ma anche all'infuori dell'alta fedeltà ci sono apparecchiature che senza filtri non funzionerebbero a dovere. Ad esempio i **sismografi**, che, dovendo amplificare le sole frequenze **subsoniche**, hanno bisogno di stadi che eliminino tutte le frequenze **audio** per evitare che disturbino.

Lo stesso se passiamo agli **antifurti ultrasonici**, che dovendo amplificare le sole frequenze **ultracustiche**, devono disporre di filtri che **eliminino** tutte le frequenze che potrebbero farli **innescare**.

Vi sono inoltre **telecomandi** che **eccitano** un relè solo quando gli si invia una precisa frequenza e lo **diseccitano** con una frequenza differente.

Insomma, se non avessimo questi **filtri** molte apparecchiature elettroniche anche di uso comune **non** potrebbero funzionare.

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

ATTENUAZIONE dB per OTTAVA

Di qualsiasi **filtro** si stia parlando, l'attenuazione viene sempre specificata con un **numero** seguito dalla dicitura **dB x ottava**.

6 dB x ottava (è un filtro di **1° ordine**)
12 dB x ottava (è un filtro di **2° ordine**)
18 dB x ottava (è un filtro di **3° ordine**)
24 dB x ottava (è un filtro di **4° ordine**)
30 dB x ottava (è un filtro di **5° ordine**)
36 dB x ottava (è un filtro di **6° ordine**)
42 dB x ottava (è un filtro di **7° ordine**)

Confrontando questi dati un principiante può solo intuire che un filtro di **2° ordine**, che attenua di **12 dB**, è più efficiente di un filtro di **1° ordine**, che attenua di **6 dB**, e meno efficiente di un filtro di **3° ordine**, che attenua di **18 dB**, ma non può certo sapere di quante **volte** verrà **attenuato** un segnale applicato sull'ingresso del filtro.
Per aiutarvi nella **Tabella N.5** abbiamo riportato il valore con cui bisogna **dividere** la **tensione** applicata sull'**ingresso** per conoscere l'ampiezza del segnale che preleveremo sulla sua uscita.

TABELLA N.5

valore in dB	attenuazione sul valore di tensione
3 dB	volt : 1,41
6 dB	volt : 1,99
12 dB	volt : 3,98
18 dB	volt : 7,94
24 dB	volt : 15,85
30 dB	volt : 31,62
36 dB	volt : 63,10

Nella Tabella abbiamo inserito anche **3 dB** perché tutti i filtri **attenuano** la frequenza di **taglio** di **3 dB**.

COSA significa OTTAVA

Con il termine **ottava** si definiscono le frequenze **multiple** e **sottomultiple** della frequenza di riferimento utilizzate per il **calcolo** del filtro.

Le frequenze **multiple** o **ottave superiori** vanno **moltiplicate** per **2-4-8-16-32** ecc.
Le frequenze **sottomultiple** o **ottave inferiori** vanno **divise** per **2-4-8-16-32** ecc.

Le **ottave superiori** relative ad una frequenza di **1.000 Hz** sono:

1° ottava superiore = 1.000 x 2 = 2.000 Hz
2° ottava superiore = 1.000 x 4 = 4.000 Hz
3° ottava superiore = 1.000 x 8 = 8.000 Hz
4° ottava superiore = 1.000 x 16 = 16.000 Hz

Le **ottave inferiori** relative sempre ad una frequenza di **1.000 Hz** sono:

1° ottava inferiore = 1.000 : 2 = 500 Hz
2° ottava inferiore = 1.000 : 4 = 250 Hz
3° ottava inferiore = 1.000 : 8 = 125 Hz
4° ottava inferiore = 1.000 : 16 = 62,5 Hz

Un **filtro passa-basso** da **12 dB x ottava** calcolato sui **1.000 Hz attenuerà** i **1.000 Hz** di **1,41 volte** e tutte le **ottave superiori** di **3,98 volte**.
Quindi se sull'ingresso del filtro applichiamo un segnale di **6,50 volt**, sulla sua uscita preleveremo i **1.000 Hz** e le **ottave superiori** con questi valori di tensione:

1.000 Hz — 6,50 : 1,41 = 4,60 volt
2.000 Hz — 4,60 : 3,98 = 1,15 volt
4.000 Hz — 1,15 : 3,98 = 0,29 volt
8.000 Hz — 0,29 : 3,98 = 0,07 volt
16.000 Hz — 0,07 : 3,98 = 0,01 volt

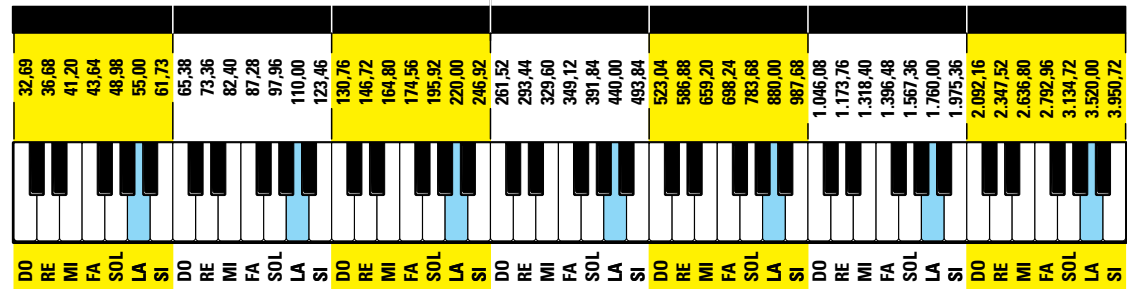



Fig.199 Per valutare i dB di attenuazione si prendono come riferimento le "ottave", cioè i multipli e i sottomultipli della frequenza base. Se consideriamo la frequenza di 440 Hz della nota LA, le ottave superiori sono delle note LA con frequenze di 880-1.760-3.520 Hz, mentre le ottave inferiori sono delle note LA con frequenze di 220-110-55 Hz.

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

Un **filtro passa-alto** da **12 dB x ottava**, sempre calcolato sui **1.000 Hz**, **attenuerà** i **1.000 Hz** di **1,41 volte** e tutte le **ottave inferiori** di **3,98 volte**.
Se quindi sull'ingresso del filtro applichiamo un segnale di **6,50 volt**, sulla sua uscita preleveremo i **1.000 Hz** e le **ottave inferiori** con questi valori di tensione:

1.000 Hz	**6,50 : 1,41 = 4,60 volt**
500 Hz	**4,60 : 3,98 = 1,15 volt**
250 Hz	**1,15 : 3,98 = 0,29 volt**
125 Hz	**0,29 : 3,98 = 0,07 volt**
62,5 Hz	**0,07 : 3,98 = 0,01 volt**

Se il **filtro** fosse del **3° ordine**, che **attenua** di **18 dB x ottava**, noi preleveremmo sulla sua uscita un segnale **inferiore**, perché dovremmo **dividere** ogni **ottava inferiore** per **7,94 volte**.

FILTRO PASSA-BASSO

Si chiama **passa-basso** quel filtro che lascia passare senza **nessuna** attenuazione tutte le frequenze **inferiori** a quella per cui è stato calcolato ed **attenua** tutte le frequenze **superiori**.
La frequenza scelta per il calcolo del filtro si chiama **frequenza di taglio** ed è partendo da questo valore che il filtro inizia ad **attenuare** tutte le **ottave superiori**.

In fig.200 riportiamo il grafico di un filtro **passa-basso** da **12 dB x ottava** con una **frequenza** di **taglio** calcolata sui **1.000 Hz**.
Come potete notare, tutte le frequenze **inferiori** a **1.000 Hz** passano senza **nessuna** attenuazione, mentre le **ottave superiori** subiscono una **attenuazione** di **12 dB** per ogni **ottava**.

FILTRO PASSA-ALTO

Si chiama **passa-alto** quel filtro che lascia passare senza **nessuna** attenuazione tutte le frequenze **superiori** a quella per cui è stato calcolato ed **attenua** tutte le frequenze **inferiori**.
La frequenza scelta per il calcolo del filtro si chiama **frequenza di taglio** ed è partendo da questo valore che il filtro inizia ad **attenuare** tutte le **ottave inferiori**.

In fig.201 riportiamo il grafico di un filtro **passa-alto** da **12 dB x ottava** con una **frequenza** di **taglio** calcolata sui **1.000 Hz**.
Come potete notare, tutte le frequenze **superiori** a **1.000 Hz** passano senza **nessuna** attenuazione, mentre le **ottave inferiori** subiscono una **attenuazione** di **12 dB** per ogni **ottava**.

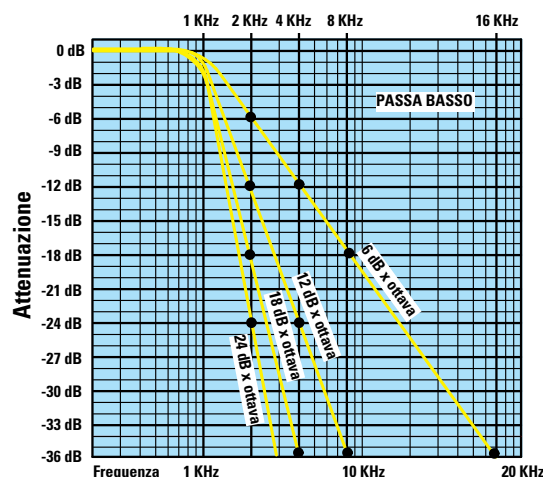



Fig.200 Un filtro passa-basso con una frequenza di taglio a 1.000 Hz ed una attenuazione di 6 dB per ottava attenua di 6 dB la frequenza di 2 KHz, di 12 dB la frequenza di 4 KHz e di 18 dB gli 8 KHz.
Un filtro passa-basso con una attenuazione di 12 dB per ottava attenua di 12 dB la frequenza di 2 KHz, di 24 dB la frequenza di 4 KHz e di 36 dB gli 8 KHz.

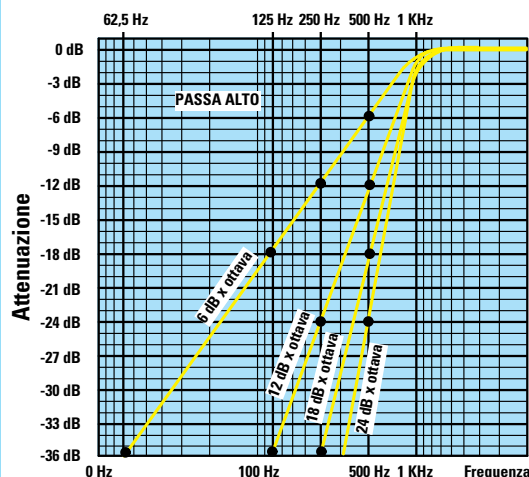
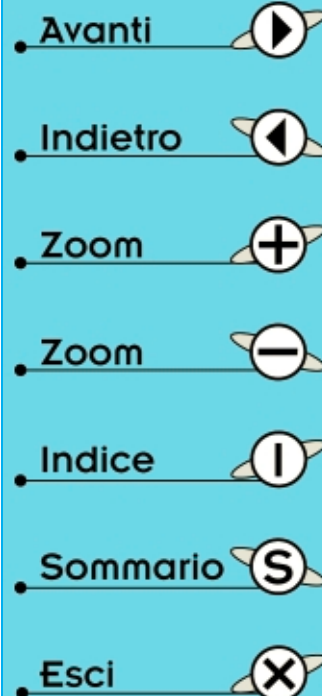



Fig.201 Un filtro passa-alto con una frequenza di taglio a 1.000 Hz ed una attenuazione di 6 dB per ottava attenua di 6 dB la frequenza di 500 Hz, di 12 dB la frequenza di 250 Hz e di 18 dB i 125 Hz.
Un filtro passa-alto con una attenuazione di 12 dB per ottava attenua di 12 dB la frequenza di 500 Hz, di 24 dB la frequenza di 250 Hz e di 36 dB i 125 Hz.

FILTRI PASSA-BASSO

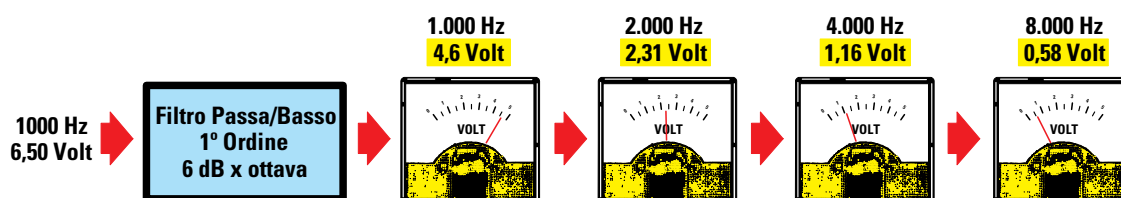



Fig.202 Se sull'ingresso di un filtro passa-basso da 6 dB x ottava calcolato per i 1.000 Hz applichiamo un segnale di 6,5 volt, la frequenza di 1.000 Hz uscirà con un'ampiezza di 4,6 volt, la 1° ottava di 2.000 Hz con un'ampiezza di 2,31 volt, la 2° ottava di 4.000 Hz con un'ampiezza di 1,16 volt e la 3° ottava di 8.000 Hz con un'ampiezza di 0,58 volt.

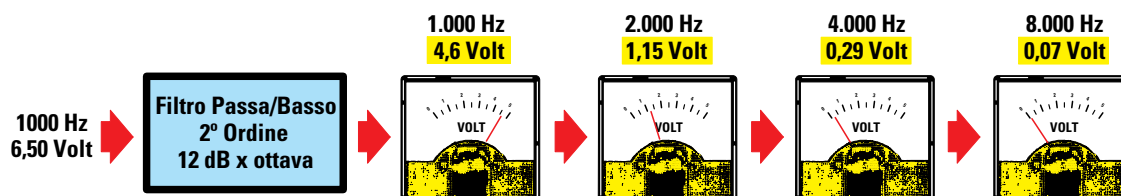



Fig.203 Se sull'ingresso di un filtro passa-basso da 12 dB x ottava calcolato per i 1.000 Hz applichiamo un segnale di 6,5 volt, la frequenza di 1.000 Hz uscirà con un'ampiezza di 4,6 volt, la 1° ottava di 2.000 Hz con un'ampiezza di 1,15 volt, la 2° ottava di 4.000 Hz con un'ampiezza di 0,29 volt e la 3° ottava di 8.000 Hz con un'ampiezza di 0,07 volt.

FILTRI PASSA-ALTO

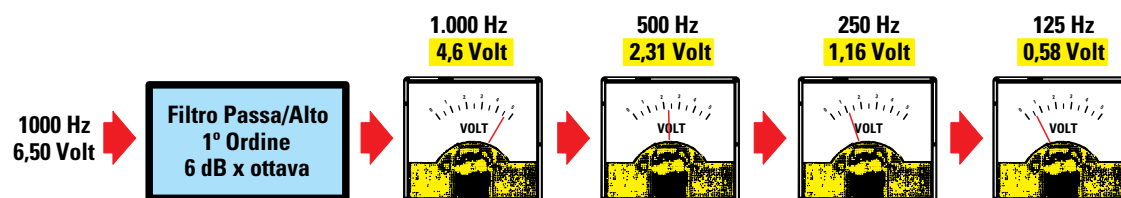



Fig.204 Se sull'ingresso di un filtro passa-alto da 6 dB x ottava calcolato per i 1.000 Hz applichiamo un segnale di 6,5 volt, la frequenza di 1.000 Hz uscirà con un'ampiezza di 4,6 volt, la 1° ottava di 500 Hz con un'ampiezza di 2,31 volt, la 2° ottava di 250 Hz con un'ampiezza di 1,16 volt e la 3° ottava di 125 Hz con un'ampiezza di 0,58 volt.

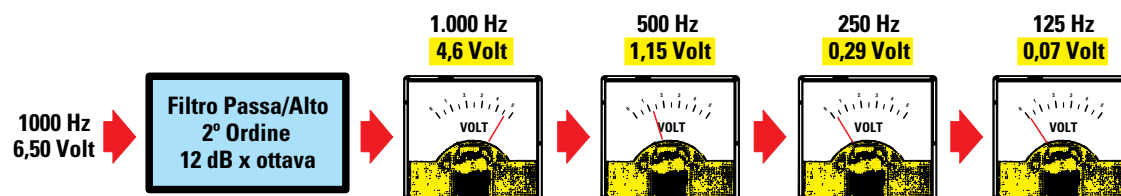



Fig.205 Se sull'ingresso di un filtro passa-alto da 12 dB x ottava calcolato per i 1.000 Hz applichiamo un segnale di 6,5 volt, la frequenza di 1.000 Hz uscirà con un'ampiezza di 4,6 volt, la 1° ottava di 500 Hz con un'ampiezza di 1,15 volt, la 2° ottava di 250 Hz con un'ampiezza di 0,29 volt e la 3° ottava di 125 Hz con un'ampiezza di 0,07 volt.

FILTRO PASSA-BANDA

Si chiama **passa-banda** quel filtro che lascia passare senza **nessuna** attenuazione una ristretta **banda** di frequenza.
Per il calcolo di questo filtro occorre determinare i valori della frequenza di **taglio inferiore** e della frequenza di **taglio superiore**.
Questo filtro lascia passare senza **nessuna** attenuazione tutte le frequenze comprese tra la frequenza di **taglio inferiore** e quella **superiore** ed **attenua** tutte le altre frequenze.

In fig.206 potete vedere il grafico di un filtro **passa-banda** calcolato sui **1.000 Hz** (frequenza di **taglio inferiore**) e sui **2.000 Hz** (frequenza di **taglio superiore**).

Come potete notare, tutte le frequenze comprese tra i **1.000** e i **2.000 Hz** passano senza **nessuna** attenuazione, mentre le **ottave inferiori** a **1.000 Hz** e quelle **superiori** a **2.000 Hz** subiscono una notevole **attenuazione**.

FILTRO NOTCH

Si chiama **notch** (letteralmente **punta** di **freccia**) quel filtro che elimina una frequenza **indesiderata** e lascia passare senza **nessuna** attenuazione tutte le altre frequenze.
In fig.208 abbiamo riportato il grafico di un filtro **notch** calcolato sui **1.000 Hz**.
Come si può notare **solo** i **1.000 Hz** subiscono una notevole attenuazione.

FILTRI PASSA-BASSO di 1° ORDINE

Il filtro **passa-basso** di **1° ordine** attenua di soli **6 dB x ottava** ed è composto da una resistenza (vedi **R1**) e da un condensatore (vedi **C1**) collegati sull'ingresso **non invertente +** dell'operazionale **IC1** come visibile in fig.209.

Dopo aver scelto i valori del condensatore e della resistenza, possiamo determinare il valore della **frequenza** di **taglio** utilizzando la formula:

Hertz = 159.000 : (R1 kiloohm x C1 nanoF.)

Conoscendo la **frequenza** di **taglio** del filtro e la capacità del condensatore **C1** oppure il valore della resistenza **R1** è possibile calcolare il valore dell'altro componente utilizzando queste formule:

C1 nanoF. = 159.000 : (R1 kiloohm x Hertz)
R1 kiloohm = 159.000 : (C1 nanoF. x Hertz)

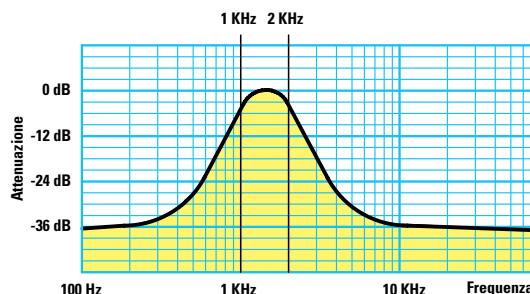



Fig.206 I filtri passa-banda vengono utilizzati per lasciare passare senza nessuna attenuazione solo una ristretta gamma di frequenze. Qui il grafico di un filtro che lascia passare le sole frequenze da 1 KHz fino a 2 KHz. Per realizzare questo filtro consigliamo gli schemi delle figg.213-216.

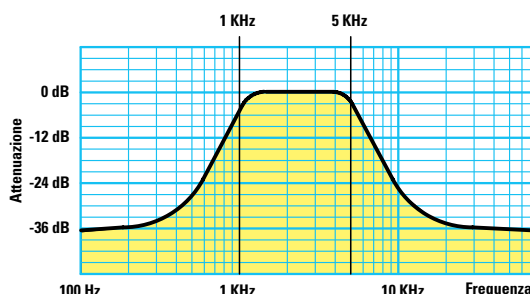



Fig.207 Se vi servono dei filtri passa-banda molto larghi, scartate gli schemi delle figg.213-216 ed utilizzate invece un filtro passa-alto seguito da un filtro passa-basso come visibile in fig.219. Qui il grafico di un filtro passa-banda che lascia passare le frequenze da 1 fino a 5 KHz.

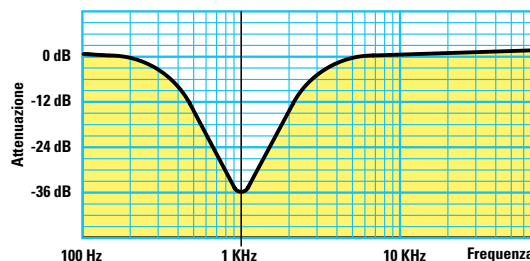



Fig.208 I filtri notch vengono utilizzati per attenuare solo la frequenza che è stata scelta come frequenza di taglio. Per realizzare questi filtri consigliamo di usare gli schemi riportati nelle figg.220-221. Qui il grafico di un filtro notch calcolato sulla frequenza di 1 KHz pari a 1.000 Hz.

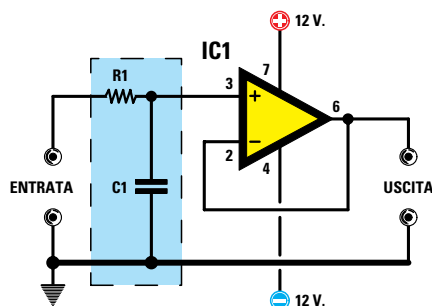



Fig.209 Filtro passa-basso di 1° ordine alimentato con una tensione Duale. Questo filtro attenuerà di 3 dB la frequenza di taglio e di 6 dB tutte le ottave superiori. Nel testo abbiamo riportato un esempio di come calcolare l'attenuazione per ogni ottava.

Osservate come il valore della **resistenza** debba essere espresso in **kiloohm** e quello del **condensatore** in **nanofarad**, quindi se il valore di questi componenti è in **ohm** e in **picofarad** bisognerà prima **dividerli** per **1.000**.

ohm : 1.000 = kiloohm
picofarad : 1.000 = nanofarad

Il filtro riportato in fig.209 va alimentato con una tensione **duale**. Per alimentare il filtro **passa-basso** con una tensione **singola** dovremo modificare lo schema come visibile in fig.210. In pratica dovremo aggiungere due resistenze da **10.000 ohm** collegate in serie e due condensatori **elettrolitici**, uno sull'ingresso ed uno sull'uscita.

ESEMPIO di calcolo della FREQUENZA

Abbiamo realizzato un filtro **passa-basso** utilizzando un condensatore da **10.000 picofarad** ed una resistenza da **15.000 ohm** e vorremmo conoscere il valore della **frequenza** di **taglio**.

Soluzione = come prima operazione dividiamo per **1.000** i **10.000 picofarad** e i **15.000 ohm** ottenendo **10 nanoF.** e **15 kiloohm**, poi calcoliamo la frequenza di taglio:

159.000 : (10 x 15) = 1.060 Hertz

ESEMPIO di calcolo della CAPACITA'

Vogliamo realizzare un filtro **passa-basso** con una **frequenza** di **taglio** sui **400 Hz** utilizzando una resistenza da **22.000 ohm**.

Soluzione = per prima cosa dividiamo i **22.000 ohm** per **1.000** così da ottenere **22 kiloohm**, poi calcoliamo il valore del condensatore:

159.000 : (22 x 400) = 18 nanofarad

corrispondenti a **18.000 picofarad**.

Se in sostituzione della resistenza da **22 kiloohm** ne usassimo una da **18 kiloohm**, dovremmo au-

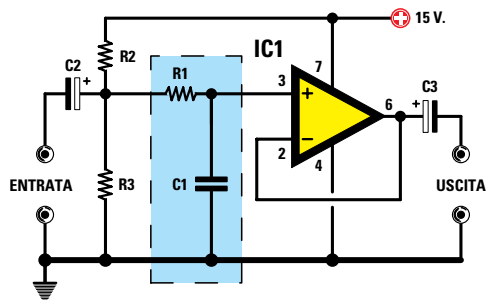



Fig.210 Se volessimo alimentare il filtro passa-basso di fig.209 con una tensione Singola, dovremmo aggiungere due resistenze da 10.000 ohm (vedi R2-R3) ed applicare un condensatore elettrolitico da 47 microfarad sull'ingresso e sull'uscita.

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

mentare il valore del condensatore a:

159.000 : (18 x 400) = 22 nanofarad

ESEMPIO di calcolo della RESISTENZA

Vogliamo realizzare un filtro **passa-basso** con una **frequenza** di **taglio** sui **600 Hz** utilizzando un condensatore da **15.000 picofarad**.

Soluzione = per prima cosa dividiamo i **15.000 picofarad** per **1.000** così da ottenere **15 nanofarad**, poi calcoliamo il valore della resistenza:

159.000 : (15 x 600) = 17,66 kiloohm

Poiché il risultato non è un valore **standard**, possiamo utilizzare una resistenza da **18 kiloohm** oppure possiamo ridurre la capacità del condensatore a **12 nanofarad** per ottenere un valore di resistenza standard:

159.000 : (12 x 600) = 22 kiloohm

FILTRI PASSA-ALTO di 1° ORDINE

Il filtro **passa-alto** di **1° ordine** attenua di soli **6 dB x ottava** ed è composto da un condensatore (vedi **C1**) e da una resistenza (vedi **R1**) collegati sull'ingresso **non invertente +** dell'operazionale **IC1** come visibile in fig.211.

Dopo aver scelto i valori del condensatore e della resistenza, possiamo determinare il valore della **frequenza** di **taglio** utilizzando la formula:

Hertz = 159.000 : (R1 kiloohm x C1 nanoF.)

Conoscendo la **frequenza** di **taglio** del filtro e la capacità del **condensatore C1** oppure il valore della resistenza **R1** è possibile calcolare il valore dell'altro componente utilizzando queste formule:

C1 nanoF. = 159.000 : (R1 kiloohm x Hertz)
R1 kiloohm = 159.000 : (C1 nanoF. x Hertz)

Come per le precedenti, anche in queste formule il valore della **resistenza** deve essere espresso in **kiloohm** e quello del **condensatore** in **nanofarad**.

Il filtro riportato in fig.211 va alimentato con una tensione **duale**. Per alimentare il filtro **passa-alto** con una tensione **singola** dovremo modificarlo come visibile in fig.212. In pratica dovremo aggiungere due resistenze da **10.000 ohm** collegate in serie e un condensatore **elettrolitico** da **10 microF.** sull'uscita (vedi **C3**). La resistenza **R1** anziché essere collegata a **massa** va collegata sulla giunzione delle due resistenze da **10.000 ohm**.

ESEMPIO di calcolo della FREQUENZA

Abbiamo realizzato un filtro **passa-alto** utilizzando un condensatore da **4.700 picofarad** ed una resistenza da **15.000 ohm** e vorremmo conoscere il valore della **frequenza** di **taglio**.

Soluzione = dopo aver diviso per **1.000** i valori in **picofarad** e **ohm** così da averli in **nanofarad** e **kiloohm** possiamo calcolare la frequenza di taglio:

159.000 : (4,7 x 15) = 2.255 Hertz

Considerando che sia il **condensatore** sia la **resistenza** hanno una loro **tolleranza**, la **frequenza** di **taglio** risulterà compresa tra i **2.200** e i **2.300 Hz**.

ESEMPIO di calcolo della CAPACITA'

Vogliamo realizzare un filtro **passa-alto** con una **frequenza** di **taglio** sui **1.000 Hz** utilizzando una resistenza da **47.000 ohm**.

Soluzione = per prima cosa dividiamo i **47.000 ohm** per **1.000** così da ottenere **47 kiloohm**, poi calcoliamo il valore del condensatore:

159.000 : (47 x 1.000) = 3,38 nanofarad

Poiché la capacità calcolata non è **standard**, possiamo usare un condensatore da **3,3 nanofarad**.

Se in sostituzione della resistenza da **47 kiloohm** ne usassimo una da **15 kiloohm**, potremmo usare un condensatore da:

159.000 : (15 x 1.000) = 10 nanofarad

ESEMPIO di calcolo della RESISTENZA

Vogliamo realizzare un filtro **passa-alto** con una **frequenza** di **taglio** sui **2.200 Hz** utilizzando un condensatore da **4.700 picofarad**.

Soluzione = per prima cosa dividiamo i **4.700 picofarad** per **1.000** così da ottenere **4,7 nanofarad**, poi calcoliamo il valore della resistenza:

159.000 : (4,7 x 2.200) = 15,37 kiloohm

Poiché questo valore non è **standard**, possiamo usare una resistenza da **15 kiloohm**.

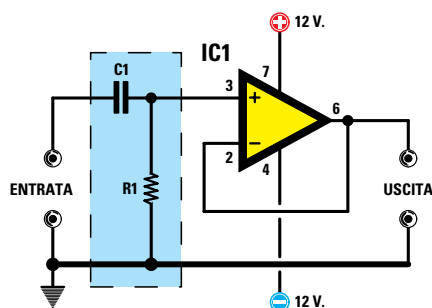



Fig.211 Filtro passa-alto di 1° ordine alimentato con una tensione Duale. Questo filtro attenuerà di 3 dB la frequenza di taglio e di 6 dB tutte le ottave inferiori. Nel testo abbiamo riportato un esempio di come calcolare l'attenuazione per ogni ottava.

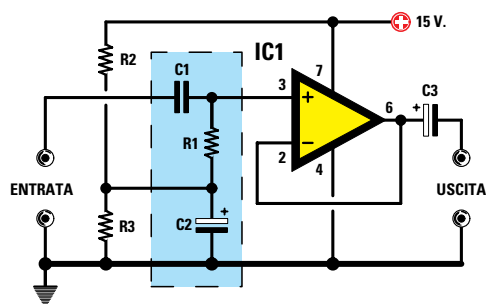



Fig.212 Se volessimo alimentare il filtro passa-alto di fig.211 con una tensione Singola, dovremmo aggiungere due resistenze da 10.000 ohm (vedi R2-R3) ed applicare un condensatore elettrolitico da 10 microfarad sull'uscita (vedi C3).

FILTRI PASSA-BANDA con 1 Operazionale

In fig.213 è riportato lo schema elettrico di un filtro **passa-banda** realizzato con un **operazionale**.
Questo filtro presenta un inconveniente: è alquanto difficoltoso calcolare i valori delle sue resistenze.

Normalmente si stabilisce a priori il valore dei condensatori **C1**, dopodiché si calcola il valore della resistenza **R3**, poi della **R2** ed infine della **R1** utilizzando queste formule:

R3 kiloohm = 318.000 : (C1 nanoF. x Bp)
R2 kiloohm = 159.000 : (Q x Q x 2 x C1 x Bp)
R1 kiloohm = R3 : (2 x guadagno)

Si potrebbe anche iniziare stabilendo a caso il valore della **R3** per poi calcolare il valore del condensatore **C1** in **nanofarad** con la formula:

C1 nanoF. = 318.000 : (R3 kiloohm x Bp)

Tutte queste formule utilizzano dei valori contraddistinti dalle **sigle Bp** e **Q** di cui ancora non abbiamo spiegato il significato.

Bp significa **banda passante** e questo valore si ricava **sottraendo** al valore della **frequenza massima** il valore della **frequenza minima**.

Il valore **Q** si ricava **dividendo** la frequenza **centrale** del filtro per il valore della banda passante.

Nel caso non ve ne foste accorti, anche in queste formule il valore delle **resistenze** è espresso in **kiloohm**, quello dei **condensatori** in **nanofarad** mentre la **frequenza** è in **Hertz**.

Il filtro riportato in fig.213 va alimentato con una tensione **duale**. Per alimentare il filtro **passa-banda** con una tensione **singola** dovremo modificare lo schema come visibile in fig.214.

ESEMPIO di CALCOLO

L'esempio che abbiamo preparato vi aiuterà a capire come procedere per calcolare il valore delle **resistenze** che compongono questo filtro.

Vogliamo realizzare un filtro **passa-banda** che lasci passare senza attenuazione tutte le frequenze

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

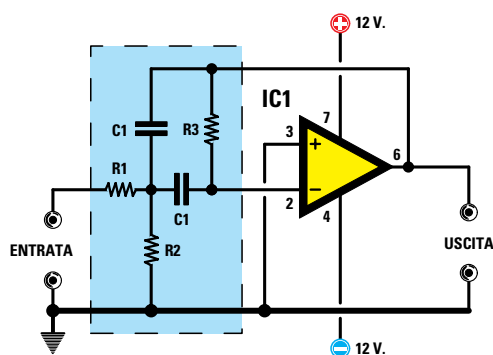
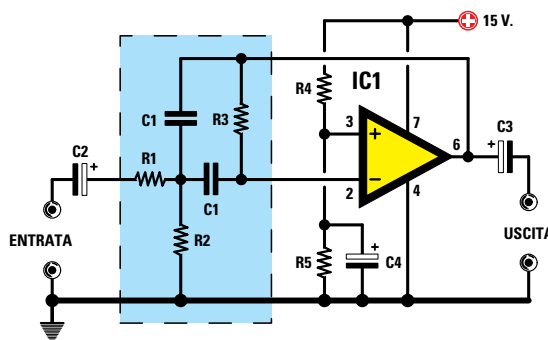



Fig.213 Filtro passa-banda alimentato con una tensione Duale. Prima di calcolare i valori di C1-R3-R2-R1 si dovrà determinare il valore della banda passante "Bp", dopodiché si dovrà ricavare il "fattore Q" (vedere l'esempio riportato nel testo).

Fig.214 Se volessimo alimentare il filtro passa-banda di fig.213 con una tensione Singola dovremmo aggiungere le resistenze R4-R5 da 10.000 ohm ed i condensatori elettrolitici C2-C3-C4 da 10 microF.

comprese tra i **2.100 Hz** e i **2.700 Hz** e ci serve conoscere il valore delle resistenze **R3-R2-R1**.

Soluzione = come prima operazione ricaviamo il valore della **banda passante Bp** sottraendo alla frequenza **massima** la frequenza **minima**.

2.700 – 2.100 = 600 Hz valore **Bp**

Come seconda operazione ricaviamo il valore della frequenza **centrale** utilizzando questa formula:

(Freq. massima + Freq. minima) : 2

La frequenza **centrale** risulterà perciò di:

(2.700 + 2.100) : 2 = 2.400 Hz

Come terza operazione determiniamo il **fattore Q** dividendo la **frequenza** centrale per **Bp**.

2.400 : 600 = 4 fattore **Q**

A questo punto non ci rimane che scegliere a caso la capacità del condensatore **C1** in **nanofarad**. Per evitare di scegliere dei valori non idonei, abbiamo realizzato l'utile **Tabella N.6** che riporta i va-

TABELLA N.6

frequenza centrale di lavoro	capacità in nanofarad
da 100 Hz a 500 Hz	da 33 nF a 120 nF
da 500 Hz a 1.000 Hz	da 10 nF a 39 nF
da 1.000 Hz a 5.000 Hz	da 3,9 nF a 15 nF
da 5.000 Hz a 10.000 Hz	da 1,8 nF a 5,6 nF

Capacità consigliate espresse in nanofarad per i condensatori C1 in funzione della frequenza centrale di lavoro del filtro.

lori che è consigliabile usare in relazione alla frequenza **centrale** di lavoro del filtro.

Dunque con una frequenza **centrale** di **2.400 Hz** possiamo scegliere una capacità compresa tra i **3,9 nanofarad** e i **15 nanofarad**.
Tenete presente che più **bassa** sarà la capacità dei condensatori **C1**, più **alto** risulterà il valore delle **resistenze**.

Scegliendo per **C1** una capacità di **12 nanofarad** e sapendo che il valore **Bp** è di **600 Hz**, possiamo calcolare il valore della **R3** utilizzando la formula:

R3 kiloohm = 318.000 : (C1 nanoF. x Bp)

318.000 : (12 x 600) = 44,16 kiloohm

Per ottenere questo valore, che non è standard, colleghiamo in **serie** due resistenze da **22 kiloohm**.

Ora possiamo calcolare anche il valore della resistenza **R2**, perché sappiamo che il fattore **Q** è **4**, che il valore di **C1** è **12 nanofarad** e che il valore della banda passante **Bp** è **600**:

R2 kiloohm = 159.000 : (Q x Q x 2 x C1 x Bp)

159.000 : (4 x 4 x 2 x 12 x 600) = 0,69 kiloohm

Poiché questo valore non è standard, infatti **0,69 kiloohm** equivalgono a **690 ohm**, possiamo usare il valore più prossimo, cioè **680 ohm**.

Per ultimo calcoliamo il valore della resistenza **R1** utilizzando la formula:

R1 kiloohm = R3 : (2 x guadagno)

Il **guadagno** non deve mai superare il valore di **2**, perciò è consigliabile scegliere **1,4-1,6-1,8**.
Supponendo di scegliere un **guadagno** di **1,5**, per **R1** dovremo usare una resistenza da:

44 : (2 x 1,5) = 14,66 kiloohm

pari a **14.660 ohm**. Poiché anche questo valore non è standard usiamo il valore più prossimo, cioè **15.000 ohm** pari a **15 kiloohm**.

FILTRI PASSA-BANDA con 2 Operazionali

In fig.215 è riportato lo schema elettrico di un filtro **passa-banda** realizzato con 2 **operazionali**.
Rispetto al precedente, questo filtro presenta un vantaggio: il calcolo delle resistenze **R1-R2** risulta molto più semplice.

Anche per questo filtro è necessario scegliere arbitrariamente la capacità del condensatore **C1** in relazione al valore della frequenza **centrale** di lavoro del filtro e in questo vi aiuta la **Tabella N.6**.

Stabilito il valore dei **condensatori C1** possiamo determinare il valore delle **resistenze** utilizzando queste formule:

R2 kiloohm = 159.000 : (Freq centr. x C1 nanoF.)
R1 kiloohm = Q x R2

Si potrebbe anche iniziare scegliendo a caso il valore della **R2** per poi calcolare il valore del condensatore **C1** in **nanofarad** con la formula:

C1 nanoF. = 159.000 : (Freq centr. x R2 kiloohm)

Per conoscere il valore della **frequenza centrale** possiamo utilizzare la formula:

Hertz = 159.000 : (R2 kiloohm x C1 nanoF.)

Per determinare il valore delle resistenze **R1-R2** dobbiamo conoscere il valore **Bp** della **frequenza centrale** e il fattore **Q**.

Il valore **Bp** si ricava **sottraendo** alla **frequenza massima** il valore della **frequenza minima**.
La **Frequenza centrale** si calcola facendo la **somma** della frequenza **massima** con la **minima** e **dividendo** il risultato per **2**.
Il valore **Q** si determina **dividendo** la frequenza **centrale** del filtro per il valore **Bp**.

Il filtro riportato in fig.215 va alimentato con una tensione **duale**. Per alimentare il filtro **passa-banda** con una tensione **singola** dovremo modificare lo schema come visibile in fig.216.

ESEMPIO di CALCOLO

Vogliamo realizzare un filtro **passa-banda** che lasci passare tutte le frequenze comprese tra i **2.100 Hz** e i **2.700 Hz** e ci serve conoscere quali valori usare per le resistenze **R2-R1**.

Soluzione = come prima operazione calcoliamo il valore della **banda passante Bp** sottraendo alla frequenza **massima** la frequenza **minima**.

2.700 – 2.100 = 600 Hz valore **Bp**

Come seconda operazione ricaviamo il valore della frequenza **centrale** utilizzando questa formula:

(Freq. massima + Freq. minima) : 2

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

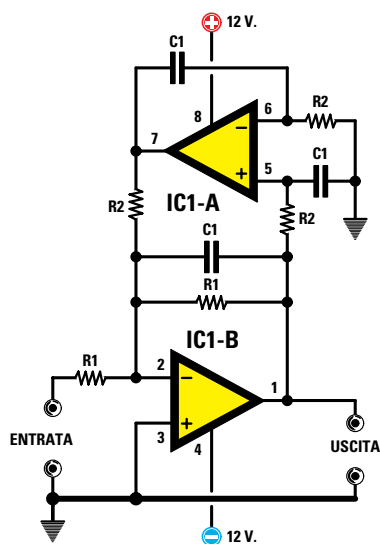
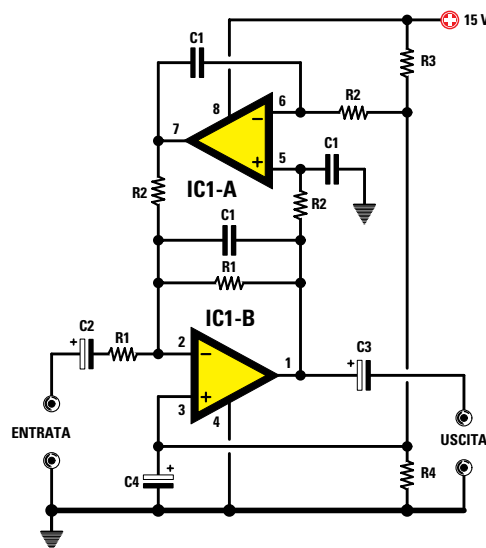



Fig.215 Per realizzare un filtro passa-banda possiamo usare anche questo schema composto da due operazionali. Nella lavagna le formule per calcolare il valore di R1-R2.

Fig.216 Se volessimo alimentare lo schema di fig.215 con una tensione Singola dovremmo modificarlo come visibile in questa figura. In pratica dovremmo aggiungere due resistenze (vedi R3-R4) da 10.000 ohm collegate in serie e sulla loro giunzione collegare il piedino "invertente" di IC1/A ed il piedino "non invertente" di IC1/B, inoltre dovremmo inserire nei punti indicati i condensatori elettrolitici C2-C3-C4 da 10 microfarad. Per calcolare i valori di C1-R1-R2 si possono utilizzare le stesse formule già adoperate per la fig.215.

La frequenza **centrale** risulterà perciò di:

(2.700 + 2.100) : 2 = 2.400 Hz

Come terza operazione determiniamo il **fattore Q** dividendo la **frequenza** centrale per **Bp**.

2.400 : 600 = 4 fattore **Q**

A questo punto non ci rimane che scegliere a caso la capacità del condensatore **C1** in **nanofarad**.

Per poter fare un confronto con il filtro precedente (vedi fig.213) possiamo utilizzare lo stesso valore di capacità, cioè **12 nanofarad**.

Poiché la frequenza **centrale** del nostro filtro è di **2.400 Hz** possiamo calcolare il valore della resistenza **R2** utilizzando la formula:

R2 kiloohm = 159.000 : (Freq centr. x C1 nanoF.)

159.000 : (2.400 x 12) = 5,52 kiloohm

Poiché questo valore non è standard usiamo quello più prossimo, cioè **5,6 kiloohm**.

Sapendo che il fattore **Q** è pari a **4** possiamo calcolare il valore della resistenza **R1** con la formula:

R1 kiloohm = Q x R2

4 x 5,6 = 22,4 kiloohm

E poiché anche questo valore **non** è standard usiamo quello più prossimo, cioè **22.000 ohm**.

Per conoscere la frequenza **centrale** del nostro filtro con i valori scelti, utilizziamo la formula:

Hertz = 159.000 : (R2 kiloohm x C1 nanoF.)

159.000 : (5,6 x 12) = 2.366 Hz

Considerando la **tolleranza** delle capacità e delle resistenze, la frequenza **centrale** potrebbe essere sui **2.300 Hz** oppure sui **2.410 Hz**.

Ammesso che la frequenza **centrale** sia di **2.300 Hz**, avendo un **Q** pari a **4**, che ci permette di ottenere una **banda passante** di **600 Hz**, il nostro filtro lascerà passare senza **nessuna** attenuazione tutte le **frequenze** comprese tra:

2.300 – (600 : 2) = 2.000 Hz Freq minima
2.300 + (600 : 2) = 2.600 Hz Freq massima

Per **restringere** il nostro filtro basterebbe calcolarlo con un **Q** pari a **3** e se lo volessimo **allargare** potremmo calcolarlo con un **Q** pari a **5**.

FILTRI PASSA-BANDA molto LARGHI

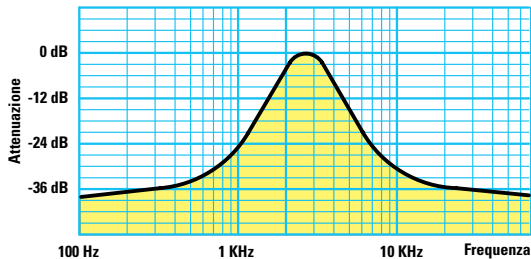



Fig.217 I filtri passa-banda riportati nelle figg.213-214-215-216 sono ottimi per ottenere delle bande passanti molto strette.

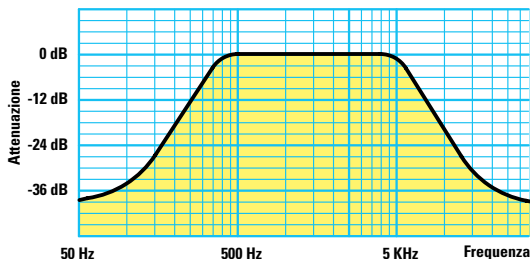



Fig.218 Per realizzare dei filtri passa-banda larghi diversi KHz conviene usare un filtro passa-alto ed un filtro passa-basso.

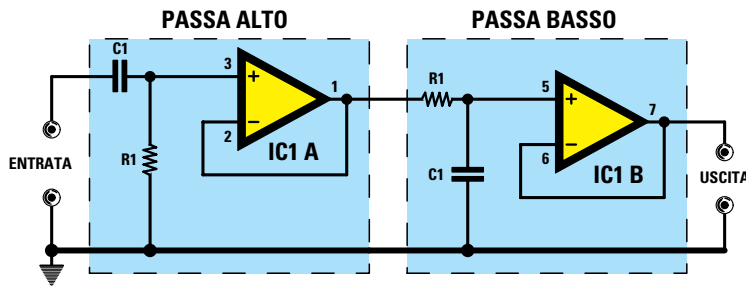



Fig.219 Per ottenere delle bande passanti larghe diversi KHz si utilizza un filtro passa-alto calcolato sulla frequenza ALTA che si desidera attenuare, seguito da un filtro passa-basso calcolato sulla frequenza BASSA che si desidera attenuare (vedi fig.218).

I filtri **passa-banda** che vi abbiamo presentato finora sono **validi** per ottenere delle **ristrette bande passanti** di poche **centinaia** di **Hz** e non per delle **bande passanti** di qualche **migliaia** di **Hz**.

Se, ad esempio, dovessimo realizzare un filtro **passa-banda** che lasciasse passare tutte le frequenze comprese tra un minimo di **400 Hz** fino ad un massimo di **5.000 Hz**, dovrebbe avere una **banda passante** di:

5.000 – 400 = 4.600 Hz

Per ottenere un filtro con una così larga **banda pas-**

sante si può utilizzare un piccolo espediente, che consiste nel collegare in **serie** un filtro **passa-alto** con un filtro **passa-basso** (vedi fig.219).

Calcolando il filtro **passa-alto** con una frequenza di **taglio** di **400 Hz**, questo lascerà passare senza **nessuna** attenuazione tutte le frequenze **superiori** a **400 Hz** fino ad arrivare oltre i **30.000 Hz**.

Il filtro **passa-basso** collegato sulla sua uscita verrà calcolato con una frequenza di **taglio** di **5.000 Hz** per lasciar passare senza **nessuna** attenuazione tutte le frequenze **inferiori** a **5.000 Hz**, ma non quelle **superiori**.
Poiché il filtro **passa-alto** ha già eliminato tutte le frequenze inferiori ai **400 Hz**, noi otterremo un valido **passa-banda** da **400 Hz** a **5.000 Hz**.

FILTRI NOTCH di 1° ORDINE

Il filtro **notch** di **1° ordine** è composto da quattro resistenze e quattro condensatori collegati come visibile in fig.220.

Come potete notare, i due condensatori centrali **C1** sono collegati in **parallelo** perché questa capacità deve risultare esattamente il **doppio** del valore degli altri due condensatori **C1**.
Le due resistenze centrali **R1** risultano collegate in **parallelo** perché questo valore di resistenza deve risultare esattamente la **metà** del valore delle altre due resistenze **R1**.

Dopo aver scelto i valori del condensatore e della resistenza noi possiamo determinare il valore della **frequenza** di **notch** utilizzando la formula:

Hertz = 159.000 : (R1 kiloohm x C1 nanoF.)

Conoscendo la **frequenza** di **taglio** del filtro ed il valore dei **condensatori C1** o delle **resistenze R1** è possibile calcolare il valore degli altri componenti utilizzando queste due formule:

C1 nanoF. = 159.000 : (R1 kiloohm x Hertz)
R1 kiloohm = 159.000 : (C1 nanoF. x Hertz)

Anche in queste due formule il valore della **resistenza** deve essere espresso in **kiloohm** e quello del **condensatore** in **nanofarad**.

Il filtro riportato in fig.220 va alimentato con una tensione **duale**. Per alimentare un filtro **notch** con una tensione **singola** dobbiamo modificare lo schema come visibile in fig.221. In pratica dovremo aggiungere due resistenze da **10.000 ohm** collegate in serie e due condensatori **elettrolitici**: uno sull'ingresso ed uno sull'uscita.

ESEMPIO di calcolo della FREQUENZA

Abbiamo realizzato un filtro **notch** utilizzando dei condensatori da **15 nanofarad** e delle resistenze da **100 kiloohm** e vorremmo conoscere il valore della **frequenza** di **taglio**.

Soluzione = i valori sono già in **nanofarad** e in **kiloohm** quindi non ci rimane che eseguire i calcoli:

159.000 : (100 x 15) = 106 Hertz

Considerando che il **condensatore** e la **resistenza** hanno una loro **tolleranza**, la **frequenza di taglio** risulterà compresa tra i **100** e i **110 Hz**.
Se dovessimo ottenere un **notch** sull'esatta frequenza di **100 Hz**, potremmo applicare in **parallelo** ad ogni condensatore una supplementare capacità di **820 picofarad**, pari a **0,82 nanofarad**, in modo da ottenere una capacità totale di **15,82 nanofarad**. La frequenza di taglio sarebbe quindi di:

159.000 : (100 x 15,82) = 100,5 Hertz

ESEMPIO di calcolo della CAPACITA'

Vogliamo realizzare un filtro **notch** per eliminare un ronzio sui **100 Hz** utilizzando quattro resistenze da **150.000 ohm**.

Soluzione = per prima cosa dividiamo i **150.000 ohm** per **1.000** così da ottenere **150 kiloohm**, poi calcoliamo il valore del condensatore:

159.000 : (150 x 100) = 10,6 nanofarad

Poiché questo valore non è **standard**, possiamo usare **10 nanofarad**, pari a **10.000 picofarad**, anche in base alla considerazione che sia i valori dei condensatori sia quelli delle resistenze hanno sempre delle **tolleranze**.

ESEMPIO di calcolo della RESISTENZA

Vogliamo realizzare un filtro **notch** per i **100 Hz** utilizzando dei condensatori da **15.000 picofarad**.

Soluzione = per prima cosa dividiamo i **15.000 picofarad** per **1.000** così da ottenere **15 nanofarad**, poi calcoliamo il valore della resistenza:

159.000 : (15 x 100) = 106 kiloohm

Questo valore non è **standard**, ma possiamo tranquillamente usare una resistenza da **100 kiloohm**.

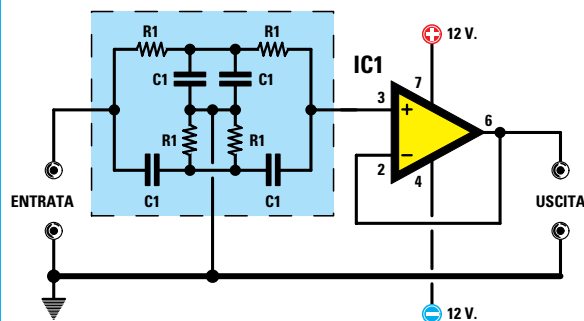
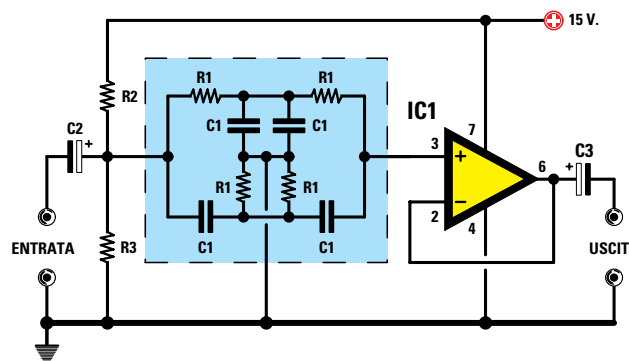



Fig.220 Filtro notch alimentato con una tensione Duale. Per calcolare la capacità in nanofarad dei condensatori C1 ed il valore in kiloohm delle resistenze R1 conoscendo il valore della frequenza in hertz si useranno le formule riportate nella lavagna.

Fig.221 Se volessimo alimentare il filtro di fig.220 con una tensione Singola dovremmo aggiungere le resistenze R2-R3 da 10.000 ohm e due condensatori elettrolitici C2-C3 da 10 microF.
Nel testo vi spieghiamo perché al centro del filtro occorrono due condensatori C1 e due resistenze R1 collegate in parallelo.

FILTRI DI 2° ORDINE

Abbiamo visto che con i filtri **passa-basso** o **passa-alto** di **1° ordine** si ottengono delle **attenuazioni** di **6 dB x ottava**.
Per ottenere delle **attenuazioni** maggiori dobbiamo passare ai filtri di **2° ordine**.

FILTRI PASSA-BASSO di 2° ORDINE

Per realizzare un filtro **passa-basso** di **2° ordine**, che attenua **12 dB x ottava**, si deve utilizzare lo schema visibile in fig.222.
Questo filtro è composto da due resistenze di **identico** valore (vedi **R1-R1**) e da due condensatori di **identico** valore (vedi **C1-C1**).

Dopo aver scelto i valori del condensatore e della resistenza, possiamo conoscere il valore della **frequenza** di **taglio** utilizzando la formula:

Hertz = 159.000 : (R1 kiloohm x C1 nanoF.)

Conoscendo il valore della frequenza di **taglio** ed il valore dei **condensatori** oppure delle **resistenze** è possibile determinare il valore dell'altro componente utilizzando queste due formule:

C1 nanoF. = 159.000 : (R1 kiloohm x Hertz)
R1 kiloohm = 159.000 : (C1 nanoF. x Hertz)

Per compensare le perdite questo stadio deve **guadagnare** circa **2,7 volte**.
A questo proposito vi ricordiamo che il **guadagno** di questa configurazione, di cui abbiamo già parlato nella Lezione N.20 (vedi a questo proposito la fig.106) si calcola con la formula:

Guadagno = (R3 : R2) + 1

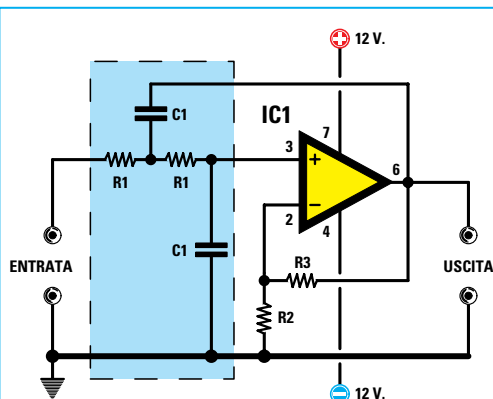
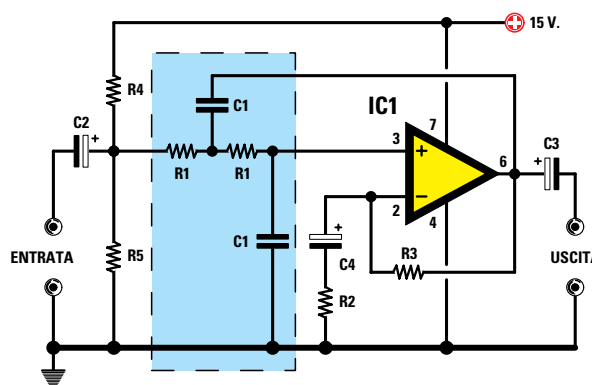
Per semplificare i calcoli è consigliabile stabilire il valore della resistenza **R2** per poi ricavare il valore della **R3** eseguendo questa operazione:

R3 = R2 x 1,7

Fig.222 Filtro passa-basso di 2° ordine alimentato con una tensione Duale. Questo filtro attenuerà di 3 dB la frequenza di taglio e di 12+3 dB tutte le ottave inferiori. Il valore della resistenza R3 deve essere maggiore di R2 di 1,7 volte (leggere testo).

Fig.223 Se volessimo alimentare il filtro passa-basso di fig.222 con una tensione Singola dovremmo aggiungere due resistenze da 10.000 ohm (vedi R4-R5) e poi applicare un condensatore elettrolitico da 10 microF. sull'ingresso e sull'uscita.

Ovviamente si può anche stabilire il valore della resistenza **R3** e poi determinare il valore della resistenza **R2** eseguendo questa operazione:

R2 = R3 : 1,7

Da questi calcoli non riusciremo mai ad ottenere dei valori **standard**. Se infatti, scegliamo a caso per la **R2** un valore di **3.300 ohm**, dovremmo usare per la **R3** questo valore:

3.300 x 1,7 = 5.610 ohm per la **R3**

Se scegliamo un valore standard di **5.600 ohm** per la **R3**, dovremmo usare per la **R2** un valore di:

5.600 : 1,7 = 3.294 ohm per la **R2**

All'atto pratico però possiamo tranquillamente usare per la resistenza **R3** un valore di **5.600 ohm** e per la resistenza **R2** un valore di **3.300 ohm**.

Se proviamo a calcolare il **guadagno** otterremo:

(5.600 : 3.300) + 1 = 2,696 volte

Considerando che la **differenza** tra un guadagno di **2,7** e **2,696** è irrisoria, possiamo considerare questi due valori di resistenza **ideali**.

Il filtro riportato in fig.222 va alimentato con una tensione **duale**. Per alimentare il filtro **passa-basso** di **2° ordine** con una tensione **singola** dovremo modificare lo schema come visibile in fig.223. In pratica dovremo aggiungere due resistenze da **10.000 ohm** ed inserire sia sull'ingresso sia sull'uscita un condensatore **elettrolitico** da **10-22 microfarad** (vedi **C2-C3**).

FILTRI PASSA-ALTO di 2° ORDINE

Per realizzare un filtro **passa-alto** di **2° ordine**, che attenua **12 dB x ottava**, si deve utilizzare lo schema visibile in fig.224.

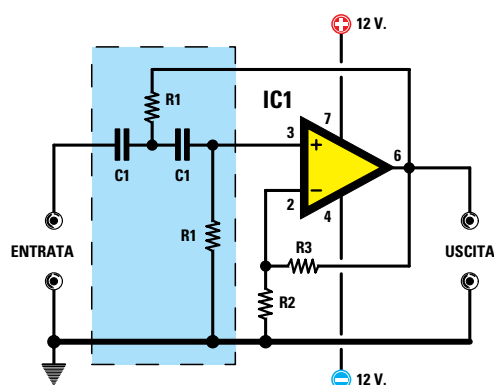
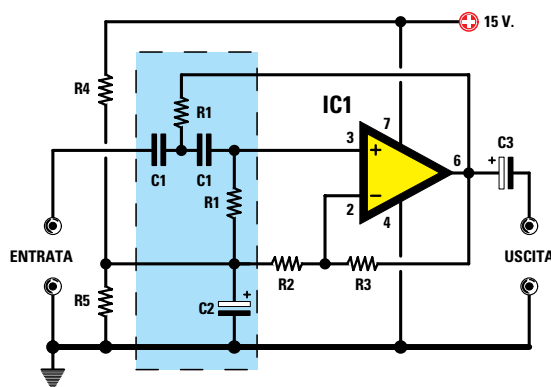



Fig.224 Filtro passa-alto di 2° ordine alimentato con una tensione Duale. Questo filtro attenuerà di 3 dB la frequenza di taglio e di 12+3 dB tutte le ottave inferiori. Il valore della resistenza R3 deve essere maggiore di R2 di 1,7 volte (leggere testo).

Fig.225 Se volessimo alimentare il filtro passa-alto di fig.224 con una tensione Singola dovremmo aggiungere due resistenze da 10.000 ohm (vedi R4-R5) e poi applicare un condensatore elettrolitico da 10 microF. sull'uscita dell'operazionale (vedi C3).

Dopo aver scelto i valori del condensatore e della resistenza, possiamo conoscere il valore della **frequenza** di **taglio** utilizzando la formula:

Hertz = 159.000 : (R1 kiloohm x C1 nanoF.)

Conoscendo il valore della frequenza di **taglio** ed il valore dei **condensatori** oppure delle **resistenze** è possibile determinare il valore dell'altro componente utilizzando queste due formule:

C1 nanoF. = 159.000 : (R1 kiloohm x Hertz)
R1 kiloohm = 159.000 : (C1 nanoF. x Hertz)

Per compensare le perdite, anche questo filtro deve **guadagnare** circa **2,7 volte**, quindi come per il precedente filtro **passa-basso** vi consigliamo di usare per **R3** un valore di **5.600 ohm** e per **R2** un valore di **3.300 ohm**.

Il filtro riportato in fig.224 va alimentato con una tensione **duale**. Per alimentare il filtro **passa-alto** di **2° ordine** con una tensione **singola** dovremo modificare lo schema come visibile in fig.225. In pratica dovremo aggiungere due resistenze da **10.000 ohm** ed inserire un condensatore **elettrolitico** sull'uscita (vedi **C3**). La resistenza **R1** anziché essere collegata a **massa** va collegata sulla giunzione delle due resistenze da **10.000 ohm**.

FILTRI NOTCH di 2° ORDINE

Per realizzare un filtro **notch** di **2° ordine** vi consigliamo di utilizzare lo schema riportato in fig.226. In questo filtro **notch** di **2° ordine** il segnale va applicato sull'ingresso **invertente –**.

Come potete notare, i due condensatori **C1** applicati sull'ingresso sono collegati in **parallelo** perché questa capacità deve risultare esattamente il **doppio** del valore degli altri due condensatori **C1**.
Anche le due resistenze **R1** applicate sull'ingresso risultano collegate in **parallelo**, perché questo valore di resistenza deve risultare esattamente la **metà** del valore delle altre due resistenze **R1**.

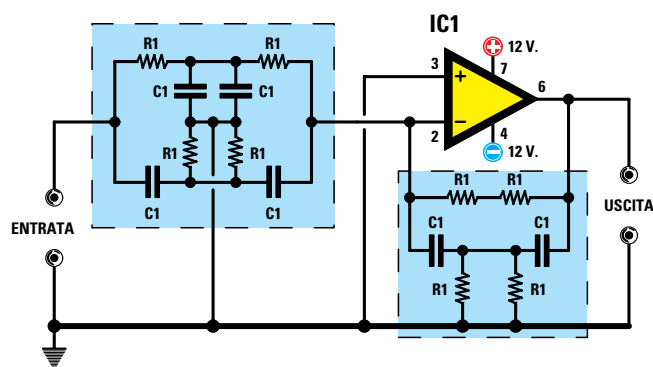



Fig.226 Per realizzare un filtro notch di 2° ordine alimentato con una tensione Duale vi consigliamo di utilizzare questo schema.

Fig.227 Per calcolare i valori dei condensatori C1 in nanofarad e delle resistenze R1 in kiloohm del filtro di fig.226 si possono usare le formule in questa lavagna.

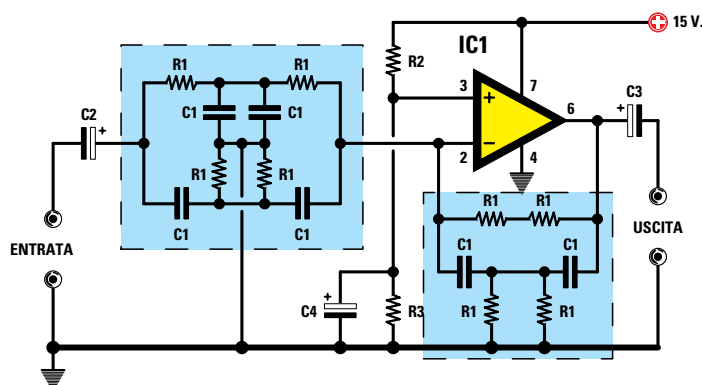



Fig.228 Per alimentare il filtro di fig.227 con una tensione Singola dovremo aggiungere due resistenze da 10.000 ohm (vedi R2-R3) ed applicare nelle posizioni indicate C2-C3-C4 degli elettrolitici da 10 microfarad.

Tra il piedino d'uscita e l'ingresso **invertente** è necessario collocare un secondo filtro collegando due resistenze **R1** in **serie** e due in **parallelo** come visibile in fig.226.

Dopo aver scelto i valori del condensatore e della resistenza, possiamo conoscere il valore della **frequenza** di **taglio** utilizzando la formula:

Hertz = 159.000 : (R1 kiloohm x C1 nanoF.)

Conoscendo il valore della frequenza di **taglio** ed il valore dei **condensatori** oppure delle **resistenze** è possibile determinare il valore dell'altro componente utilizzando queste due formule:

C1 nanoF. = 159.000 : (R1 kiloohm x Hertz)
R1 kiloohm = 159.000 : (C1 nanoF. x Hertz)

Il filtro riportato in fig.226 va alimentato con una tensione **duale**. Per alimentare il filtro **notch** di **2° ordine** con una tensione **singola** dovremo modificare lo schema come visibile in fig.228. In pratica dovremo aggiungere due resistenze da **10.000 ohm** più un condensatore **elettrolitico** collegando la loro giunzione sull'ingresso **non invertente**.
Sia sull'ingresso sia sull'uscita dovremo applicare due ulteriori condensatori **elettrolitici** che abbiano una capacità di **10** o **22 microfarad**.

FILTRI DI ORDINE SUPERIORE

Se volessimo realizzare dei filtri con una attenuazione maggiore di **12 dB x ottava** dovremmo collegare in **serie** più filtri. Ad esempio, collegando in **serie** ad un filtro di **1° ordine**, che attenua **6 dB x ottava**, un filtro di **2° ordine**, che attenua **12 dB x ottava**, otteniamo un filtro con un'attenuazione di **6+12 = 18 dB x ottava**.
Collegando in serie due filtri di **2° ordine**, che attenuano **12 dB x ottava**, otteniamo un filtro con una attenuazione totale di **12+12 = 24 dB x ottava**.
È abbastanza intuitivo che se vogliamo realizzare un filtro che attenui **36 dB x ottava** dovremo collegare in serie tre filtri di **2° ordine**.

Nei filtri **passa-basso** o **passa-alto** ogni singolo stadio dovrà **amplificare** leggermente il segnale applicato sul suo ingresso, in modo che dall'uscita non fuoriesca un segnale che risulti **attenuato**.

Per modificare il **guadagno** di ogni singolo stadio basta variare il valore di due resistenze, quella collegata tra l'uscita e il piedino **non invertente** e quella collegata tra questo piedino e la **massa**.
Se amplifichiamo il segnale più del necessario il filtro potrebbe **autooscillare**, quindi vi consigliamo di rispettare i valori ohmici riportati su ogni singolo stadio (vedi figg.229-230-231-232).

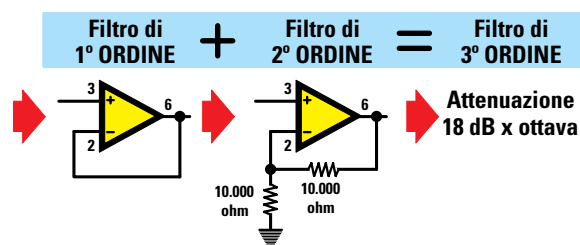



Fig.229 In un filtro di 3° ordine vanno collegate sull'ultimo operazionale due resistenze che abbiano lo stesso valore ohmico. Solitamente si utilizzano resistenze da 10.000 ohm.

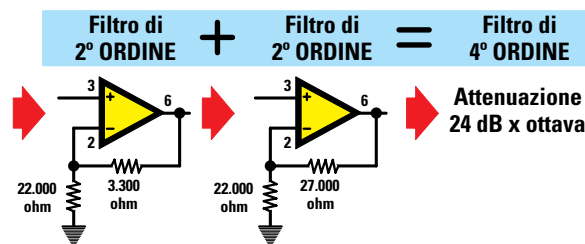



Fig.230 In un filtro di 4° ordine vanno collegati sul primo operazionale a sinistra i valori di 3.300 e 22.000 ohm, mentre sul secondo operazionale a destra 27.000 e 22.000 ohm.

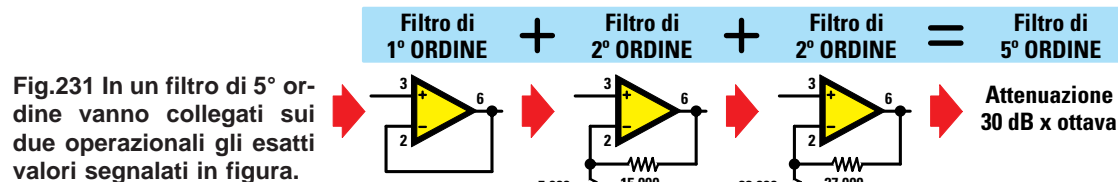



Fig.231 In un filtro di 5° ordine vanno collegati sui due operazionali gli esatti valori segnalati in figura.

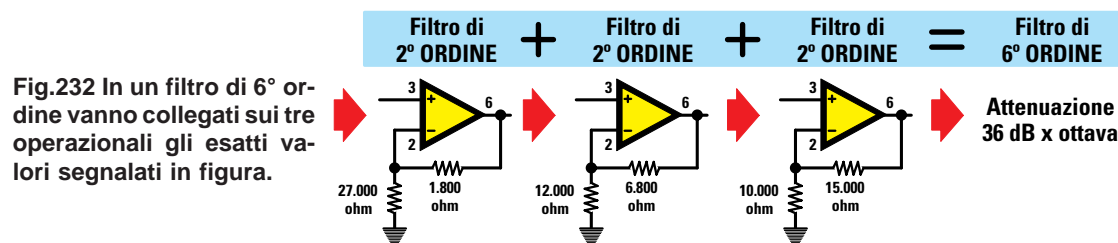



Fig.232 In un filtro di 6° ordine vanno collegati sui tre operazionali gli esatti valori segnalati in figura.

Fig.233 Sebbene negli schemi elettrici raffigurati in questa lezione non siano mai stati inseriti i necessari condensatori, tra i due piedini di alimentazione e la massa andranno sempre collegati dei condensatori ceramici o poliesteri da 100.000 picofarad.
Ricordate inoltre che negli integrati con 1 operazionale il piedino di alimentazione Positivo è il 7, mentre negli integrati con 2 operazionali è l'8. Negli integrati con 4 operazionali il piedino di alimentazione Positivo è il 4 ed il Negativo l'11 (vedi fig.234).

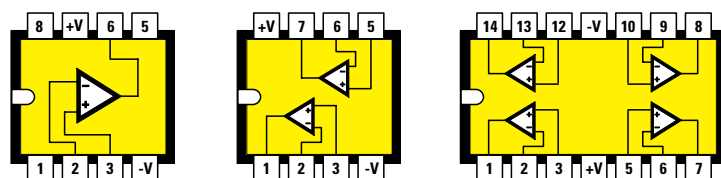
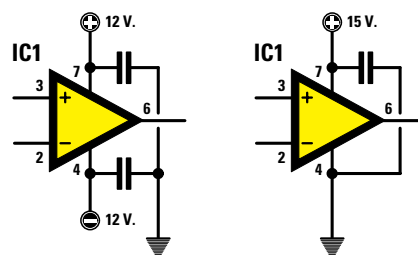



Fig.234 Connessioni viste da sopra degli integrati contenenti 1, 2 e 4 operazionali.

FILTRI PASSA-BASSO di 3° ORDINE

Per realizzare un filtro **passa-basso** di **3° ordine** che **attenua 18 dB x ottava** occorre collegare in **serie** ad un filtro **passa-basso** di **1° ordine**, che attenua **6 dB x ottava**, un filtro **passa-basso** di **2° ordine**, che attenua **12 dB x ottava** (vedi fig.235).
Per calcolare la **frequenza** di taglio in **Hertz** oppure il valore dei **condensatori C1** o delle **resistenze R1**, usiamo sempre le stesse formule, cioè:

Hertz = 159.000 : (R1 kiloohm x C1 nanoF.)
C1 nanoF. = 159.000 : (R1 kiloohm x Hertz)
R1 kiloohm = 159.000 : (C1 nanoF. x Hertz)

In questo filtro l'ultimo operazionale, siglato **IC1/B**, deve guadagnare **2 volte**, quindi il valore delle resistenze **R3-R2** deve risultare **identico**.
Abbiamo infatti più volte ripetuto che il **guadagno** di uno stadio che utilizza l'ingresso **non invertente** si calcola con la formula:

Guadagno = (R3 : R2) + 1

Se per le resistenze **R3-R2** sceglieremo un valore di **10.000 ohm** otterremo un **guadagno** di:

(10.000 : 10.000) + 1 = 2 volte

Noi abbiamo scelto un valore di **10.000 ohm**, ma, ovviamente, lo stesso **guadagno** si ottiene usando due **identiche** resistenze da **8.200 ohm** oppure da **12.000 ohm**.

Il filtro **passa-basso** riportato in fig.235 va alimentato con una tensione **duale**.

Se volessimo alimentare questo filtro con una tensione **singola**, dovremmo collegare in serie al **filtro** di **1° ordine** visibile in fig.210 il filtro di **2° ordine** visibile in fig.223.

FILTRI PASSA-ALTO di 3° ORDINE

Anche per realizzare un filtro **passa-alto** di **3° ordine** che **attenua 18 dB x ottava** occorre collegare in **serie** ad un filtro **passa-alto** di **1°ordine**, che attenua **6 dB x ottava**, un filtro **passa-alto** di **2° ordine** che attenua **12 dB x ottava**.
In fig.236 è visibile lo schema di un filtro **passa-alto** di **3° ordine**.
Per calcolare il valore della **frequenza** in **Hertz** o quello dei **condensatori** o delle **resistenze** le formule sono sempre le stesse:

Hertz = 159.000 : (R1 kiloohm x C1 nanoF.)
C1 nanoF. = 159.000 : (R1 kiloohm x Hertz)
R1 kiloohm = 159.000 : (C1 nanoF. x Hertz)

Anche in questo filtro l'ultimo operazionale **IC1/B** deve essere calcolato per guadagnare **2 volte**, quindi, come già precisato per il filtro **passa-basso**, le due resistenze **R3-R2** debbono risultare di valore **identico**. Anche in questo caso vi consigliamo di usare due resistenze da **10.000 ohm**.

Il filtro **passa-alto** riportato in fig.236 va alimentato con una tensione **duale**.
Se volessimo alimentare questo filtro con una tensione **singola**, dovremmo collegare in serie al **filtro** di **1° ordine** visibile in fig.212 il filtro di **2° ordine** visibile in fig.225.

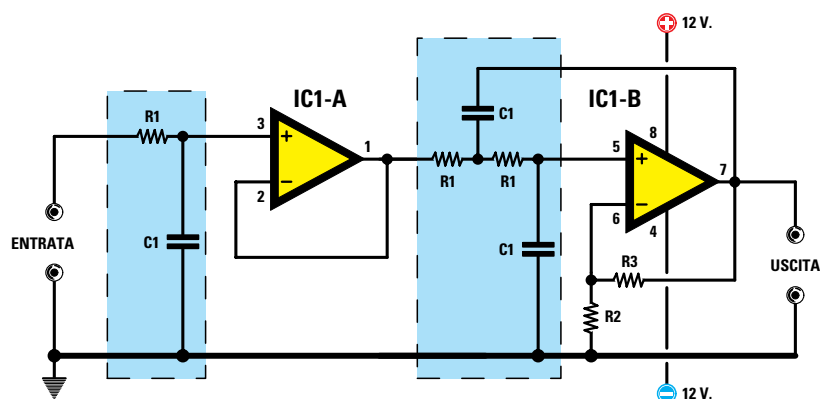



Fig.235 Per realizzare un filtro passa-basso di 3° ordine in grado di attenuare di 18 dB tutte le ottave superiori, basta collegare in serie ad un filtro di 1° ordine (vedi fig.209) un filtro di 2° ordine (vedi fig.222). Per calcolare la frequenza di taglio in Hertz oppure i valori di C1 o di R1 si useranno le formule riportate nella lavagna visibile in fig.237.
Nota: in questo filtro il valore delle resistenze R2-R3 deve essere di 10.000 ohm.

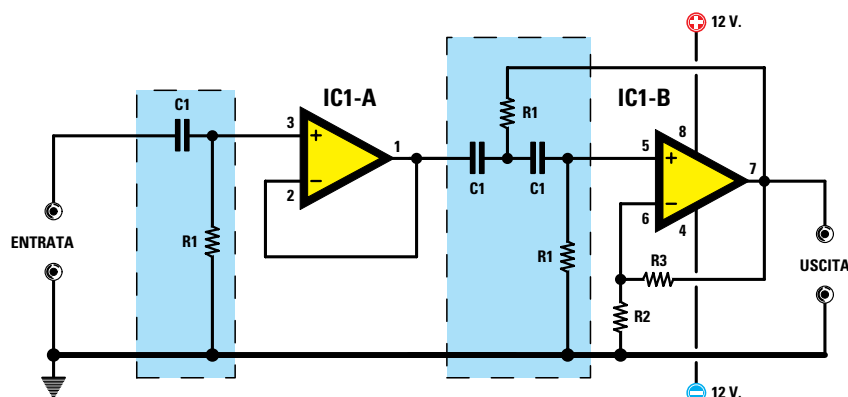



Fig.236 Per realizzare un filtro passa-alto di 3° ordine in grado di attenuare di 18 dB tutte le ottave inferiori, basta collegare in serie ad un filtro di 1° ordine (vedi fig.211) un filtro di 2° ordine (vedi fig.224). Per calcolare la frequenza di taglio in Hertz oppure i valori di C1 o di R1 si useranno le formule riportate nella lavagna visibile in fig.237.
Nota: in questo filtro il valore delle resistenze R2-R3 deve essere di 10.000 ohm.

Fig.237 In questa lavagna trovate tutte le formule da utilizzare per calcolare un filtro passa-basso oppure passa-alto. Vi ricordiamo che il valore dei condensatori C1 è in “nanofarad” e quello delle resistenze R1 in “kiloohm”.

FILTRI PASSA-BASSO di 4° ORDINE

Per realizzare un filtro **passa-basso** di **4° ordine**, che **attenua 24 dB x ottava**, dovremo collegare in **serie** due filtri **passa-basso** di **2°ordine**, che attenuano **12 dB x ottava** (vedi fig.238).

Dopo aver scelto il valore dei condensatori **C1** e delle resistenze **R1**, possiamo calcolare il valore della **frequenza** di **taglio** utilizzando la formula:

Hertz = 159.000 : (R1 kiloohm x C1 nanoF.)

Per calcolare il valore dei **condensatori C1** oppure delle **resistenze R1**, conoscendo il valore della **frequenza** di **taglio** usiamo queste formule:

C1 nanoF. = 159.000 : (R1 kiloohm x Hertz)
R1 kiloohm = 159.000 : (C1 nanoF. x Hertz)

In questo filtro di **4° ordine** il primo operazionale **IC1/A** deve guadagnare **1,15 volte**, mentre il secondo operazionale, siglato **IC1/B**, **2,22 volte**.

Conoscendo il valore della resistenza **R3** possiamo determinare il valore della resistenza **R2** eseguendo questa operazione:

R2 = R3 : (1,15 – 1)

Conoscendo il valore della resistenza **R2** possiamo determinare il valore della resistenza **R3** eseguendo questa operazione:

R3 = R2 x (1,15 – 1)

Noi vi consigliamo di usare per la resistenza **R3** un valore di **3.300 ohm** e per la resistenza **R2** un valore di **22.000 ohm**.

Infatti se controlliamo quale **guadagno** otteniamo con questi valori di resistenza usando la formula:

Guadagno = (R3 : R2) + 1

otteniamo esattamente:

(3.300 : 22.000) + 1 = 1,15 volte

L'operazionale **IC1/B** deve guadagnare **2,22 volte**, quindi se conosciamo già il valore della resistenza **R5** possiamo ricavare il valore della resistenza **R4** eseguendo questa operazione:

R4 = R5 : (2,22 –1)

Conoscendo invece il valore della resistenza **R4** possiamo ricavare il valore della resistenza **R5** eseguendo questa operazione:

R5 = R4 x (2,22 –1)

Noi vi consigliamo di usare per la resistenza **R5** un valore di **27.000 ohm** e per la resistenza **R4** un valore di **22.000 ohm**
Infatti se controlliamo quale **guadagno** otteniamo con questi valori di resistenza usando la formula:

Guadagno = (R5 : R4) + 1

otteniamo esattamente:

(27.000 : 22.000) + 1 = 2,22 volte

Il filtro di **4° ordine** riportato in fig.238 va alimentato con una tensione **duale**.
Per alimentare questo filtro con una tensione **singola** dovremo collegare in serie due **filtri** di **2° ordine** identici a quelli visibili in fig.223.

FILTRI PASSA-ALTO di 4° ORDINE

Per realizzare un filtro **passa-alto** di **4° ordine** che **attenua** di **24 dB x ottava** dovremo collegare in **serie** due filtri **passa-alto** di **2° ordine**.
In fig.239 è visibile lo schema di un filtro **passa-alto** di **4° ordine**.

Le **formule** per calcolare il valore della **frequenza**, delle **resistenze** o dei **condensatori** sono le stesse usate per i filtri precedenti:

Hertz = 159.000 : (R1 kiloohm x C1 nanoF.)
C1 nanoF. = 159.000 : (R1 kiloohm x Hertz)
R1 kiloohm = 159.000 : (C1 nanoF. x Hertz)

Anche in questo filtro di **4° ordine** il primo operazionale **IC1/A** deve guadagnare **1,15 volte** e il secondo operazionale, siglato **IC1/B**, **2,22 volte**.

I calcoli già effettuati per il filtro **passa-basso** valgono anche per il filtro **passa-alto**, perciò i valori da utilizzare per le resistenze sono:

R3 = 3.300 ohm
R2 = 22.000 ohm

R5 = 27.000 ohm
R4 = 22.000 ohm

Il filtro di **4° ordine** riportato in fig.239 va alimentato con una tensione **duale**.
Per alimentare questo filtro con una tensione **singola** dovremo collegare in serie due **filtri** di **2° ordine** identici a quelli visibili in fig.225.

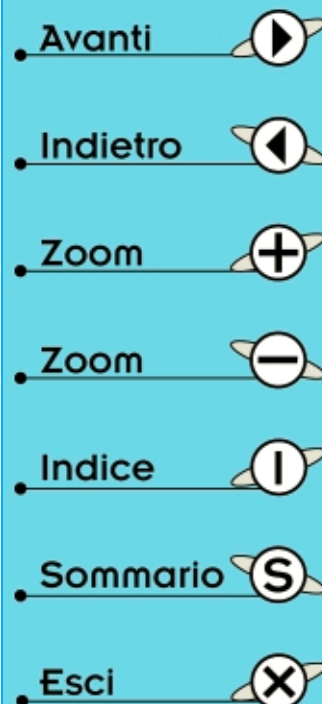
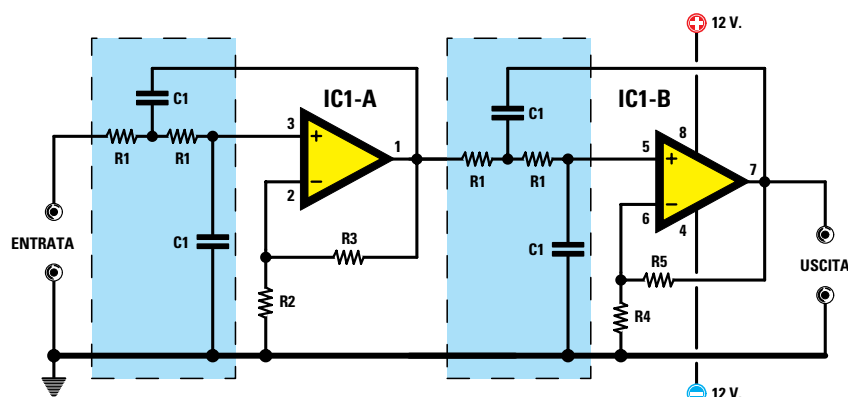



Fig.238 Per realizzare un filtro passa-basso di 4° ordine in grado di attenuare di 24 dB tutte le ottave superiori, basta collegare in serie due filtri di 2° ordine, come riportato nella fig.222. Per calcolare la frequenza di taglio oppure il valore dei condensatori C1 o delle resistenze R1 si useranno le formule riportate nella lavagna visibile in fig.240.
Nota: in questo filtro il valore della resistenza R3 deve essere di 3.300 ohm e quello della resistenza R2 di 22.000 ohm, mentre il valore della resistenza R5 deve essere di 27.000 ohm e quello della resistenza R4 di 22.000 ohm.

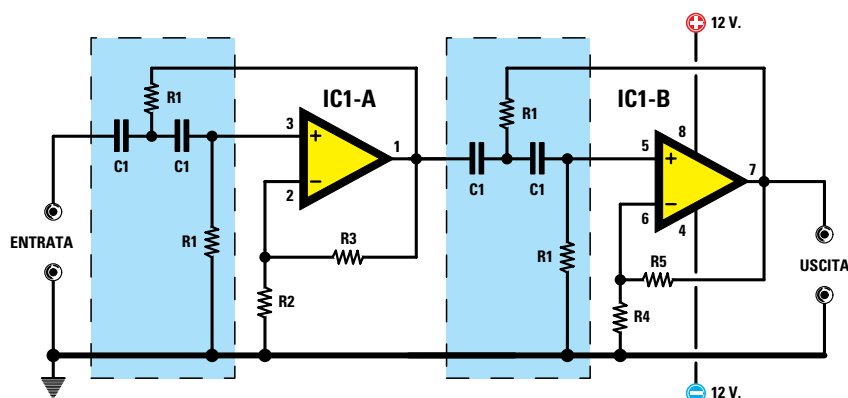



Fig.239 Per realizzare un filtro passa-alto di 4° ordine in grado di attenuare di 24 dB tutte le ottave inferiori, basta collegare in serie due filtri di 2° ordine, come riportato nella fig.224. Per calcolare la frequenza di taglio oppure il valore dei condensatori C1 o delle resistenze R1 si useranno le formule riportate nella lavagna visibile in fig.240.
Nota: in questo filtro il valore della resistenza R3 deve essere di 3.300 ohm e quello della resistenza R2 di 22.000 ohm, mentre il valore della resistenza R5 deve essere di 27.000 ohm e quello della resistenza R4 di 22.000 ohm.

Fig.240 In questa lavagna trovate tutte le formule da utilizzare per calcolare un filtro passa-basso oppure passa-alto. Vi ricordiamo che il valore dei condensatori C1 è in "nanofarad" e quello delle resistenze R1 in "kiloohm".

PER CONCLUDERE

I principianti avranno sicuramente trovato questa Lezione sui **filtri** molto **noiosa**, ma vi possiamo assicurare che se un domani vi capiterà di dover calcolare qualche **filtro**, andrete alla ricerca di questa Lezione e la rileggerete con interesse, perché quanto è stato spiegato in queste pagine non lo troverete in nessun altro libro.

Per fare un po' di **pratica** con i filtri, vi consigliamo di provare a calcolare i valori dei condensatori **C1** o delle resistenze **R1** scegliendo a caso la **frequenza** di **taglio**.

Ad esempio, se vi dicessimo di calcolare un filtro **passa-basso** con una **frequenza** di taglio sui **400 Hertz** potreste trovarvi in difficoltà, perché non sapreste quale valore di **capacità** o di **resistenza** scegliere per questo filtro.
Per risolvere questo problema sarà sufficiente consultare la **Tabella N.6** riportata nel testo, che consiglia di scegliere per la gamma di frequenze da **100** a **500 Hz** dei condensatori che abbiano una capacità compresa tra i **33** e i **120 nanofarad**.
Scelto il valore del condensatore potrete calcolare subito il valore della **R1** con la formula:

R1 kiloohm = 159.000 : (C1 nanoF. x Hertz)

La capacità del condensatore va scelta in modo da ottenere per la resistenza **R1** un valore che si avvicini il più possibile ad un valore **standard**, quindi vi conviene fare tutte queste operazioni:

159.000 : (33 nanoF. x 440) = 10,95 kiloohm
159.000 : (39 nanoF. x 440) = 9,26 kiloohm
159.000 : (47 nanoF. x 440) = 7,68 kiloohm
159.000 : (56 nanoF. x 440) = 6,45 kiloohm
159.000 : (68 nanoF. x 440) = 5,31 kiloohm

Avrete già notato che **10,95 kiloohm** è un valore molto prossimo a **10 kiloohm**, quindi per questo filtro potreste impiegare per **C1** una capacità da **33 nanofarad** e per **R1** una resistenza da **10 kiloohm**.

Per conoscere quale **frequenza** di **taglio** si ottiene con questi due valori userete la formula:

Hertz = 159.000 : (R1 kiloohm x C1 nanoF.)
159.000 : (10 x 33) = 481 Hertz

Poiché i condensatori e le resistenze hanno una loro **tolleranza**, all'atto **pratico** non otterrete mai l'esatta frequenza di **481 Hz**.
In ogni caso, per **abbassare** la frequenza di taglio potrete applicare in **parallelo** ai condensatori **C1** una seconda capacità da **2,7 nanofarad** in modo da ottenere una capacità totale di **35,7 nanofarad** oppure collegare in **serie** alla resistenza **R1** una seconda resistenza da **820 ohm** in modo da ottenere un valore ohmico di **10,82 kiloohm**.

159.000 : (10 x 35,7) = 445 Hertz
159.000 : (10,82 x 33) = 445 Hertz

Se vi dicessimo di calcolare un filtro **passa-alto** con una **frequenza** di taglio sui **3.500 Hertz**, subito vi chiedereste quale valore di **capacità** o **resistenza** utilizzare. Anche in questo caso basterà consultare la **Tabella N.6**, che per la gamma di frequenze da **1.000 Hz** a **5.000 Hz** consiglia di scegliere dei valori compresi tra i **3,9** e i **15 nanofarad**.

Per sapere con quale **capacità** potrete ottenere per la resistenza **R1** un valore ohmico che si avvicini il più possibile ad un valore **standard**, dovrete eseguire queste operazioni:

159.000 : (4,7 nanoF. x 3.500) = 9,66 kiloohm
159.000 : (5,6 nanoF. x 3.500) = 8,11 kiloohm
159.000 : (6,8 nanoF. x 3.500) = 6,68 kiloohm
159.000 : (8,2 nanoF. x 3.500) = 5,54 kiloohm
159.000 : (10 nanoF. x 3.500) = 4,54 kiloohm
159.000 : (12 nanoF. x 3.500) = 3,78 kiloohm

Avrete subito notato che **8,11 kiloohm** è un valore molto prossimo al valore **standard** di **8,2 kiloohm**, quindi per questo filtro potreste scegliere per **C1** una capacità di **5,6 nanofarad** e per **R1** una resistenza da **8,2 kiloohm**. Con questi due valori otterrete una **frequenza** di **taglio** di circa:

159.000 : (5,6 nanoF. x 8,2 kiloohm) = 3.462 Hertz

Potreste anche scegliere il valore standard di **6,8 kiloohm**, che è un valore molto prossimo a **6,68 kiloohm**; in questo caso potrete utilizzare un condensatore da **6,8 nanofarad** ed una resistenza standard da **6,8 kiloohm**, valori con i quali otterrete una **frequenza** di **taglio** di:

159.000 : (6,8 nanoF. x 6,8 kiloohm) = 3.438 Hertz

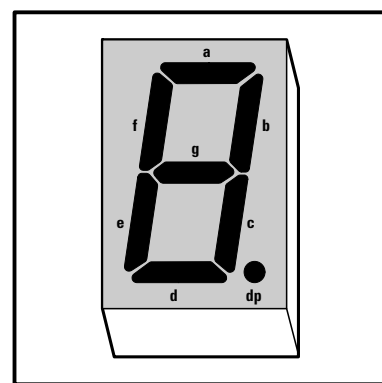
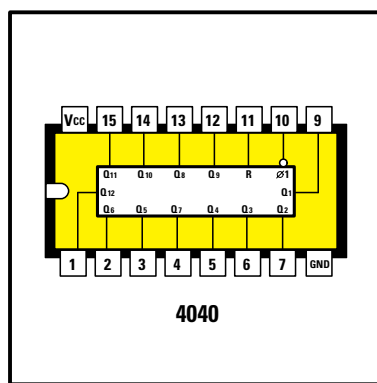
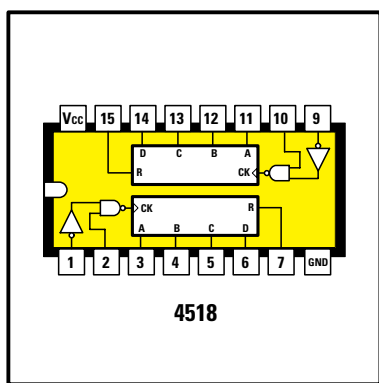
Se voleste alzare questa **frequenza** potreste collegare in **parallelo** due condensatori da **3,3 nanoF.** ottenendo così una capacità totale di **6,6 nanoF.**, con la quale si ottiene una **frequenza** di:

159.000 : (6,6 nanoF. x 6,8 kiloohm) = 3.542 Hertz

I valori di **frequenza** che si ottengono con questi calcoli sono sempre **approssimativi** a causa delle tolleranze dei condensatori e delle resistenze.

4518

4040

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice

*imparare l'*ELETTRONICA *partendo da* ZERO

Le piccole e medie aziende che ricercano giovani tecnici richiedono come requisito fondamentale una adeguata esperienza **pratica**, quindi, conoscendo questa esigenza, in ogni nostra Lezione inseriamo sempre degli esercizi **pratici** per garantire una completa formazione tecnica.

Inoltre è risaputo che con la **pratica** si riesce ad assimilare molto più velocemente la teoria e perciò in questa Lezione vi proponiamo la costruzione di un **orologio digitale** insegnandovi come si possano programmare dei **contatori x10** per farli contare fino ad un massimo di **60** o **24** o programmare un **divisore programmabile** per prelevare dalla sua uscita un **impulso** al **minuto**.

Il conteggio fino al numero **60** ci serve perché **1 ora** è composta da **60 minuti**, il conteggio fino al numero **24** ci serve perché **1 giorno** è composto da **24 ore**, mentre l'**impulso** allo scadere del **minuto** ci serve per far avanzare di una **unità** il numero sui due display dei **minuti**.

Possiamo assicurarvi che nel realizzare questo **orologio digitale** non incontrerete **nessuna** difficoltà e grande sarà la vostra soddisfazione quando vedrete avanzare sui quattro display i numeri dei **minuti** e delle **ore**.

Se doveste commettere qualche errore, **non** preoccupatevi perché noi saremo sempre disponibili a riparare il vostro montaggio, spiegandovi anche dove avete sbagliato.

Fig.241 Foto dell'orologio digitale. In questa Lezione vi insegniamo come funziona e come realizzarlo.

Dalla **Lezione N.17**, pubblicata sulla rivista N.194, avete appreso che per visualizzare su un **display** i numeri da **0** a **9** occorre pilotarlo con un integrato chiamato **decodifica** siglato **4511**, che dispone di quattro ingressi contraddistinti dalle lettere maiuscole **A-B-C-D** che hanno questi **Pesi**:

l'ingresso **A** ha **peso 1**
l'ingresso **B** ha **peso 2**
l'ingresso **C** ha **peso 4**
l'ingresso **D** ha **peso 8**

Applicando a questi ingressi una tensione **positiva**, vale a dire un **livello logico 1**, si riesce a far comparire sul display un **numero** pari al loro **Peso**.

Quindi per far apparire sul display il numero **1** basta applicare una tensione **positiva** al solo ingresso **A** che ha **peso 1** (vedi fig.242).
Se vogliamo far apparire il numero **3** dovremo applicare una tensione **positiva** sia all'ingresso **A**, che ha **peso 1**, sia all'ingresso **B**, che ha **peso 2** (vedi fig.243). Infatti, facendo la somma dei due pesi **1+2** otteniamo **3**.
Se vogliamo far apparire il numero **6** dovremo applicare una tensione **positiva** sia all'ingresso **B**, che ha **peso 2**, sia all'ingresso **C**, che ha **peso 4** (vedi fig.244). Infatti, facendo la somma dei due pesi **2+4** otteniamo **6**.
Se volessimo far apparire il numero **9** dovremmo applicare una tensione **positiva** sia all'ingresso **A**, che ha **peso 1**, sia all'ingresso **D**, che ha **peso 8**. Infatti, se facciamo la somma dei due pesi **1+8** otteniamo il numero **9**.

Pilotando questa **decodifica** con l'integrato **4518**, conosciuto come **contatore BCD** (cioè Binary Code Decimal), possiamo far avanzare i numeri sul display da **00** fino a **99** premendo il pulsante **P1**, applicato sul piedino d'ingresso **9** del primo contatore a destra (vedi fig.245).

Il kit **LX.5026**, pubblicato con la **Lezione N.17**, vi era stato proposto con l'intento di mostrarvi quale numero appare sul **display** al variare del **peso**, selezionando cioè uno o più dei quattro ingressi **A-B-C-D**.

Il secondo kit pubblicato sempre nella **Lezione N.17** e siglato **LX.5027**, in cui abbiamo utilizzato un **doppio contatore** siglato **4518** per pilotare le due **decodifiche 4511**, vi era stato proposto per mostrarvi come si possa realizzare un **contatore** che visualizzi sui **display** tutti i numeri da **0** fino a **99**.

Poiché oggi vogliamo farvi realizzare un **orologio digitale**, non sarà male rinfrescare la vostra memoria sul funzionamento della **decodifica** siglata **4511** e del **doppio contatore** siglato **4518** rileggendo la **Lezione N.17**.

In questo orologio, oltre ai due integrati menzionati, ne è stato impiegato un terzo siglato **4040**, che è in pratica un **divisore programmabile** sul quale vale ora la pena spendere qualche parola per spiegare a cosa serve e come dovremo utilizzarlo.

Il DIVISORE programmabile 4040

Il **divisore** programmabile siglato **4040**, perfettamente equivalente all'integrato **74HC.4040** (vedi fig.248), viene utilizzato per **dividere** una qualsiasi frequenza per un valore definito.

Applicando sul piedino d'ingresso **10** di questo **divisore** una qualsiasi frequenza, sui suoi piedini d'**uscita** (vedi fig.249) preleveremo una frequenza pari a quella d'ingresso **divisa** per il numero riporta-

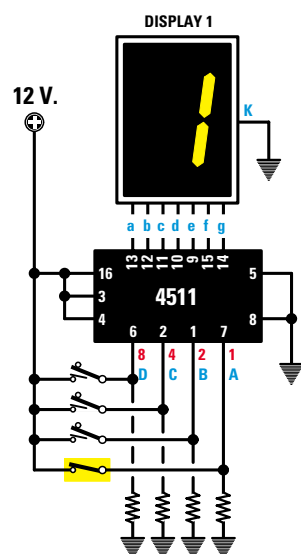



Fig.242 Nella Lezione N. 17 vi abbiamo spiegato che per far apparire sul Display il numero 1 è sufficiente applicare una tensione positiva sul piedino 7 (A) con PESO 1 della decodifica siglata 4511.

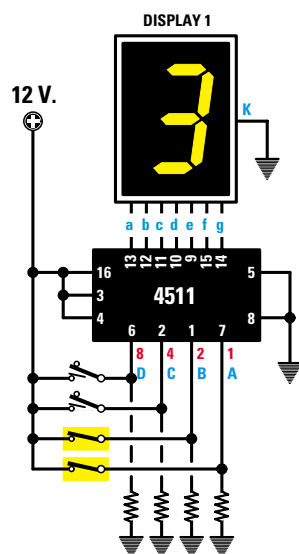



Fig.243 Per far apparire sul Display il numero 3, si dovrà applicare una tensione positiva sul piedino 7 (A) che ha PESO 1 e anche sul piedino 1 (B) che ha PESO 2. La somma dei due pesi ci darà 1+2 = 3.

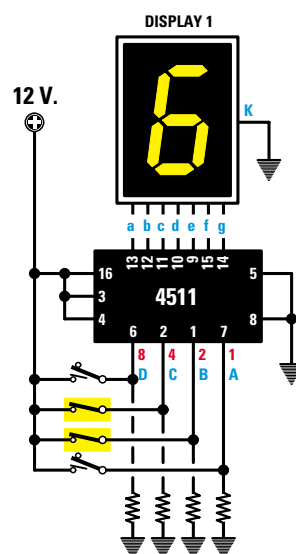



Fig.244 Per far apparire sul Display il numero 6 si dovrà applicare una tensione positiva sul piedino 1 (B) che ha PESO 2 e anche sul piedino 2 (C) che ha PESO 4. La somma dei due pesi ci darà 2+4 = 6.

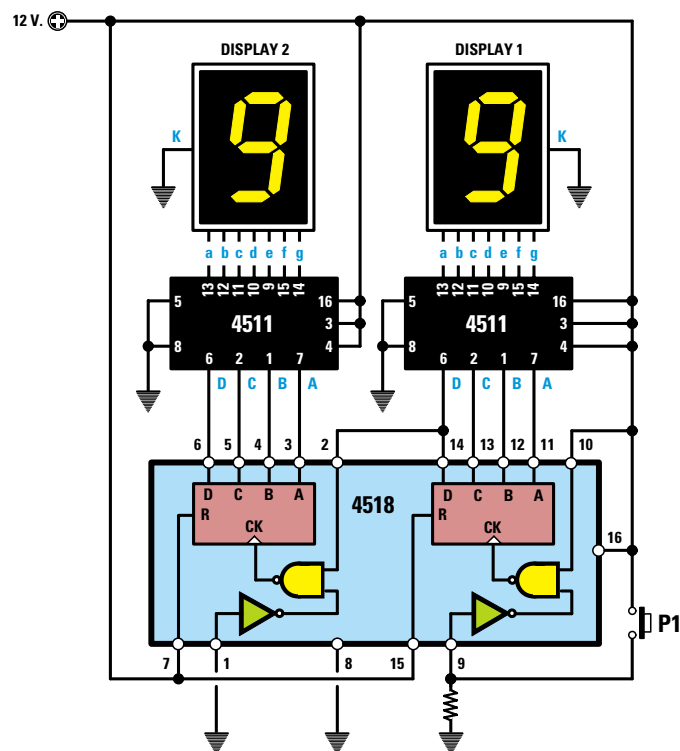



Fig.245 Pilotando le due decodifiche siglate 4511 con un doppio contatore siglato 4518 si riesce a realizzare un contatore a 2 CIFRE in grado di visualizzare sui due display tutti i numeri da 0 a 99.
Nella Lezione N.17 vi abbiamo spiegato perché nel primo contatore di destra del 4518 si entra sul piedino 9, mentre sul secondo contatore di sinistra si entra sul piedino 2.
I due contatori 4518 possono anche essere invertiti, cioè si possono utilizzare i piedini del secondo contatore come PRIMO ed utilizzare i piedini del primo contatore come SECONDO (vedi fig.246).

to nella **Tabella N.7**.

TABELLA N.7

piedini d'uscita	frequenza prelevabile sull'uscita dei piedini
piedino 9	frequenza ingresso **divisa 2**
piedino 7	frequenza ingresso **divisa 4**
piedino 6	frequenza ingresso **divisa 8**
piedino 5	frequenza ingresso **divisa 16**
piedino 3	frequenza ingresso **divisa 32**
piedino 2	frequenza ingresso **divisa 64**
piedino 4	frequenza ingresso **divisa 128**
piedino 13	frequenza ingresso **divisa 256**
piedino 12	frequenza ingresso **divisa 512**
piedino 14	frequenza ingresso **divisa 1.024**
piedino 15	frequenza ingresso **divisa 2.048**
piedino 1	frequenza ingresso **divisa 4.096**

Pertanto applicando sull'ingresso di questo **divisore** una frequenza di **10.000.000 Hz**, pari a **10 Megahertz**, sui suoi piedini d'uscita possiamo prelevare queste nuove frequenze:

piedino 9 (diviso **2**) = **5.000.000 Hz**
piedino 7 (diviso **4**) = **2.500.000 Hz**
piedino 6 (diviso **8**) = **1.250.000 Hz**
piedino 5 (diviso **16**) = **625.000 Hz**
piedino 3 (diviso **32**) = **312.500 Hz**
piedino 2 (diviso **64**) = **156.250 Hz**
piedino 4 (diviso **128**) = **78.125 Hz**
piedino 13 (diviso **256**) = **39.062 Hz**
piedino 12 (diviso **512**) = **19.531 Hz**
piedino 14 (diviso **1.024**) = **9.765 Hz**
piedino 15 (diviso **2.048**) = **4.882 Hz**
piedino 1 (diviso **4.096**) = **2.441 Hz**

PROGRAMMARE una DIVISIONE

La prima cosa che si nota subito guardando la **Tabella N.7** è che l'integrato **4040** effettua le divisioni su valori **fissi**, quindi qualcuno potrebbe giungere alla conclusione che questo integrato non riuscirà mai a **dividere** una frequenza per valori diversi da quelli riportati in tabella, ad esempio per **24 - 59 - 112 - 190 - 1.500** ecc.

Al contrario, tutte queste divisioni, chiamiamole così, **non previste**, si possono ottenere collegando sulle uscite del **divisore** dei comunissimi **diodi** al silicio a patto che i loro **catodi** (terminale **K**) siano rivolti verso i piedini d'**uscita** del divisore e i loro **anodi** (terminale **A**) siano collegati al piedino **11** di **reset** e alla resistenza **R2**, collegata alla tensione **positiva** di alimentazione (vedi fig.250).
Va anche tenuto ben presente che, inserendo nel circuito questi diodi, il **peso** di ogni singolo piedino

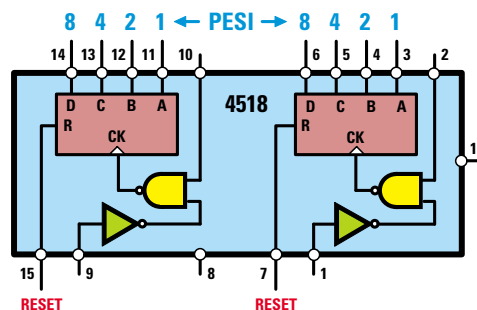



Fig.246 Nello schema elettrico abbiamo disegnato il contatore 4518 come visibile in disegno anche se in pratica si raffigura sempre con un rettangolo nero disponendo tutti i suoi piedini sui quattro lati del rettangolo, senza rispettare alcun ordine.

4518

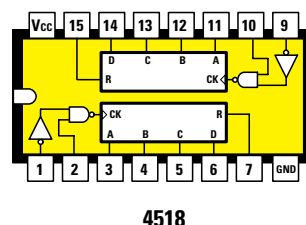



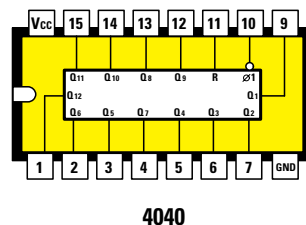
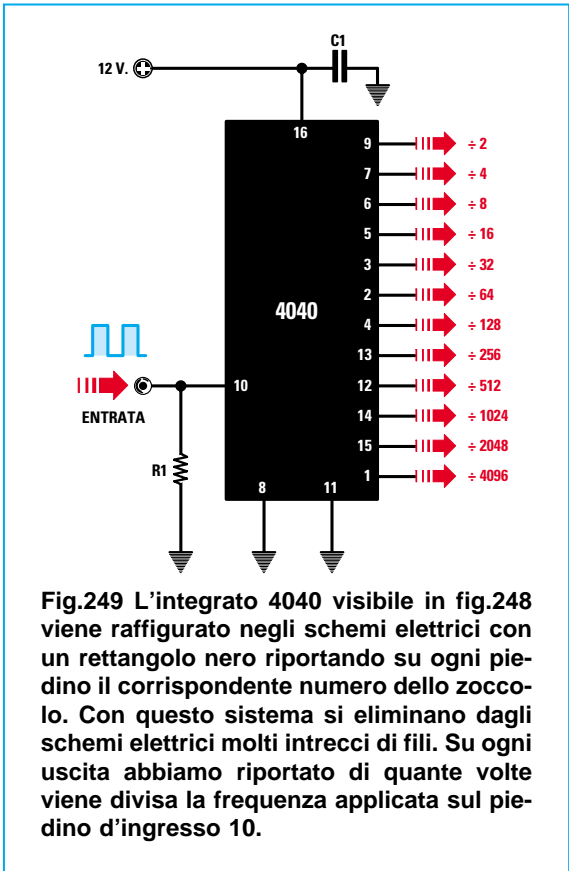
Fig.247 Per sapere come sono disposti i piedini sullo zoccolo dell'integrato si disegna il suo corpo sempre visto da sopra, riportando la sua tacca di riferimento a forma di U sul lato dei piedini 1-16. Il piedino Vcc va collegato al positivo di alimentazione ed il piedino GND a massa.

4040

Fig.248 In questo orologio viene usato anche un terzo integrato siglato 4040 che in pratica è un Divisore programmabile. Applicando sul piedino d'ingresso 10 una qualsiasi frequenza, noi possiamo prelevare dai suoi piedini d'uscita una frequenza divisa per il numero riportato in fig.249.

si **dimezza** e perciò la frequenza applicata al piedino d'ingresso verrà prelevata dai piedini d'uscita **divisa** per il valore riportato nella **Tabella N.8**.

TABELLA N.8

piedini d'uscita	frequenza prelevabile sull'uscita dei piedini
piedino 9	frequenza ingresso **divisa 1**
piedino 7	frequenza ingresso **divisa 2**
piedino 6	frequenza ingresso **divisa 4**
piedino 5	frequenza ingresso **divisa 8**
piedino 3	frequenza ingresso **divisa 16**
piedino 2	frequenza ingresso **divisa 32**
piedino 4	frequenza ingresso **divisa 64**
piedino 13	frequenza ingresso **divisa 128**
piedino 12	frequenza ingresso **divisa 256**
piedino 14	frequenza ingresso **divisa 512**
piedino 15	frequenza ingresso **divisa 1.024**
piedino 1	frequenza ingresso **divisa 2.048**

Il **fattore** di **divisione** viene **dimezzato** perché ogni piedino d'uscita, dopo che si è portato a **livello logico 1** ritorna a **livello logico 0** trascorso **metà** tempo (vedi fig.253).

Dobbiamo far presente che quando il **divisore** inizia a dividere, tutti i suoi piedini d'uscita si trovano a **livello logico 0** e solo quando il **divisore** ha effettuato l'intero **ciclo** di **divisioni** per cui è stato **programmato**, tutti i suoi piedini d'uscita si portano a **livello logico 1**.
Quando tutti i suoi piedini d'uscita si portano a **livello logico 1**, la tensione **positiva** fornita dalla resistenza **R2** può raggiungere il piedino di **reset** che provvede a **cancellare** il conteggio effettuato facendolo ripartire da **0**.

Per capire come faccia un impulso **positivo** a giungere sul piedino di **reset** a divisione **completata** analizziamo a titolo d'esempio cosa succede sui primi quattro piedini d'uscita **9-7-6-5** che hanno un **Peso** di **1-2-4-8** (vedi figg.254-259).

Dicendo questo sappiamo già che:

il **piedino 9** divide x **1**
il **piedino 7** divide x **2**
il **piedino 6** divide x **4**
il **piedino 5** divide x **8**

Se facciamo la **somma** di questi **Pesi** scopriamo che questo divisore divide per **1+2+4+8 = 15**.

Fig.249 L'integrato 4040 visibile in fig.248 viene raffigurato negli schemi elettrici con un rettangolo nero riportando su ogni piedino il corrispondente numero dello zoccolo. Con questo sistema si eliminano dagli schemi elettrici molti intrecci di fili. Su ogni uscita abbiamo riportato di quante volte viene divisa la frequenza applicata sul piedino d'ingresso 10.

Fig.250 Se sui piedini d'uscita di questo divisore programmabile applichiamo dei diodi, rivolgendo il terminale K verso le uscite e il terminale A verso la resistenza R2 collegata sul piedino 11 di Reset, noi preleveremo un segnale diviso per la META' di quello che potevamo prelevare senza questi diodi (vedi fig.249). Il numero di divisione corrisponde al PESO del piedino.

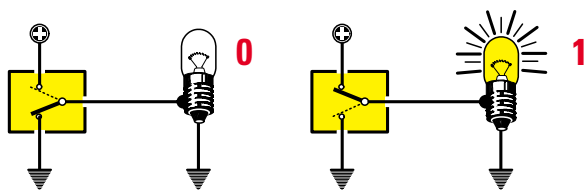



Fig.251 Vi ricordiamo che un Livello logico 0 equivale ad un piedino cortocircuitato a Massa, mentre un Livello logico 1 ad un piedino cortocircuitato verso il Positivo di alimentazione.

Quando il **divisore** inizia la sua divisione tutti i suoi piedini d'uscita sono a **livello logico 0**, quindi i **diodi** collegati su questi piedini **cortocircuitano** a **massa** tramite l'integrato la tensione **positiva** fornita dalla resistenza **R2**, che non potrà così raggiungere il piedino di **reset**.

Al **primo** impulso il piedino d'uscita **9** si porta a **livello logico 1** (vedi fig.254) e sebbene su questo piedino sia presente una tensione **positiva**, gli altri piedini **7-6-5** si trovano ancora a **livello logico 0**, quindi la tensione positiva fornita dalla resistenza **R2** viene **cortocircuitata** a **massa** dai **diodi** collegati sui questi piedini.

Al **secondo** impulso si porta a **livello logico 0** il piedino **9** e a **livello logico 1** il piedino **7**, quindi anche in questo caso la tensione **positiva** fornita dalla resistenza **R2** viene cortocircuitata e non può raggiungere il piedino **11** di **reset**.

Al **terzo** impulso si trovano a **livello logico 1** sia il piedino **9** sia il piedino **7** (vedi fig.255), ma sui piedini **6-5** è presente un **livello logico 0**, quindi la tensione **positiva** fornita dalla resistenza **R2** viene **cortocircuitata** a **massa** dai **diodi** collegati su questi piedini.

Al **quarto** impulso si porta a **livello logico 1** il solo piedino **6**, ma anche se su questo piedino abbiamo una tensione **positiva**, gli altri piedini **9-7-5** si trovano a **livello logico 0**, quindi i **diodi** ad essi collegati **cortocircuitano** a **massa** la tensione **positiva** presente sulla resistenza **R2**.

Proseguendo arriviamo al **settimo** impulso e come potete vedere nella fig.253 e meglio ancora nella fig.256, si trovano a **livello logico 1** i tre piedini **9-7-6**, ma poiché sul piedino **5** è presente un **livello logico 0**, la tensione **positiva** fornita dalla resistenza **R2** viene **cortocircuitata** a **massa** dal **diodo** collegato su questo piedino.

Al **quattordicesimo** impulso si trovano a **livello logico 1** i piedini **7-6-5**, ma poiché sul piedino **9** è presente un **livello logico 0**, la tensione **positiva** fornita dalla resistenza **R2** viene **cortocircuitata** a **massa** dal **diodo** collegato su questo piedino.

Solo al **quindicesimo** impulso tutti i quattro piedini d'uscita **9-7-6-5** si trovano a livello logico **1** (vedi fig.253), quindi la tensione **positiva** fornita dalla resistenza **R2** non essendo più cortocircuitata a **massa** da nessun diodo può raggiungere il piedino **11** di **reset** (vedi fig.258), che provvederà a **cancellare** tutto il conteggio effettuato riportando al **sedicesimo** impulso tutti i quattro piedini **9-7-6-5** a **livello logico 0** (vedi fig.259).
Se facciamo la somma dei **Pesi** di questi quattro piedini otteniamo **8 + 4 + 2 + 1 = 15**.

Fig.252 Se colleghiamo un diodo sui quattro piedini 9-7-6-5 che hanno Peso 1-2-4-8, noi riusciremo a dividere la frequenza applicata sull'ingresso per 15. Infatti solo al 15° impulso ritroveremo una tensione positiva tra la resistenza R2 e la Massa. Sul piedino di Reset abbiamo inserito una lampadina anche se non la vedremo mai accendersi, perché la tensione Positiva rimane per una frazione di secondi.

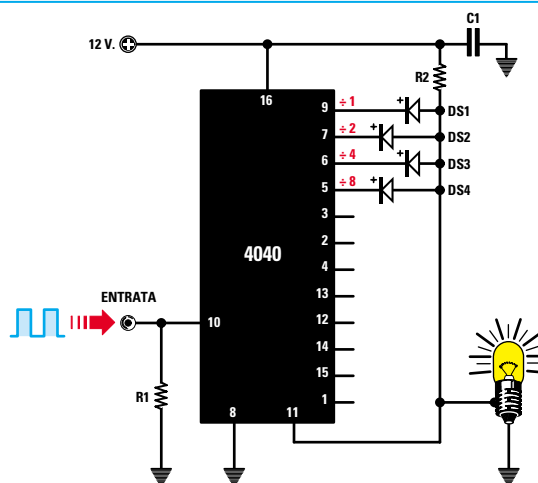
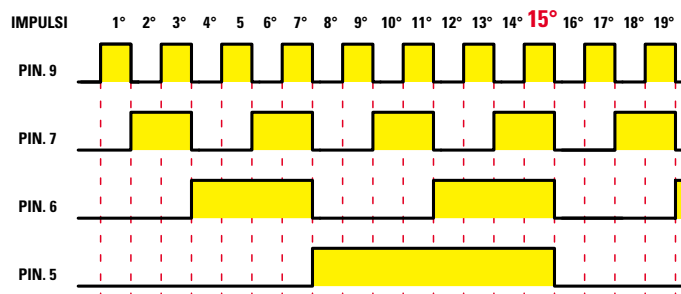



Fig.253 In questo grafico possiamo vedere i Livelli logici 1 che appaiono sui piedini 9-7-6-5 partendo dal 1° impulso fino ad arrivare al 15° impulso. Sul piedino 11 del 4040 di fig.252 ritroviamo una tensione positiva solo quando tutti i quattro piedini sono a Livello logico 1.

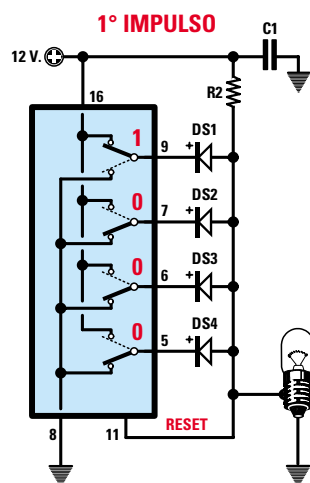



Fig.254 Al 1° impulso ritroviamo un Livello logico 1 solo sul piedino 9, quindi la lampadina rimarrà spenta.

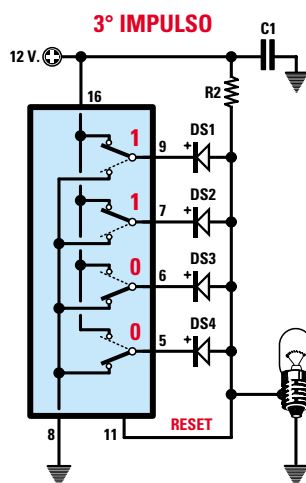



Fig.255 Al 3° impulso ritroviamo un Livello logico 1 sui piedini 9-7 ed anche in questo caso la lampadina rimarrà spenta.

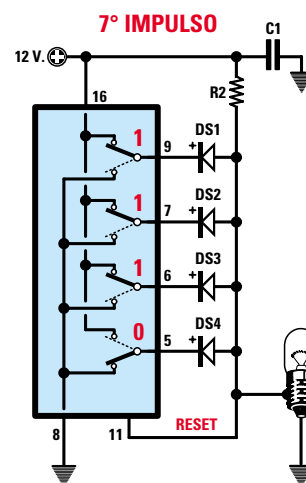



Fig.256 Al 7° impulso ritroviamo un Livello logico 1 solo sui piedini 9-7-6, quindi la lampadina rimarrà ancora spenta.

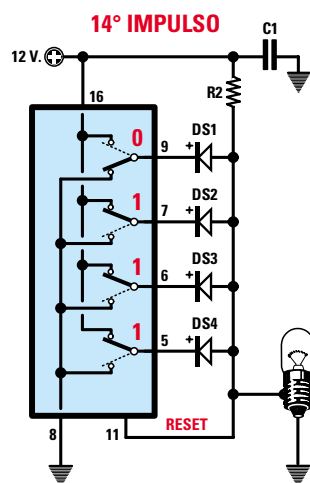



Fig.257 Al 14° impulso ritroviamo un Livello logico 1 solo sui piedini 7-6-5, quindi la lampadina rimarrà sempre spenta.

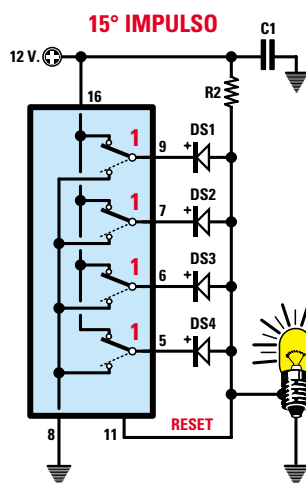



Fig.258 Al 15° impulso ritroviamo un Livello logico 1 su tutti i quattro piedini (vedi fig.253) e la lampadina si accenderà.

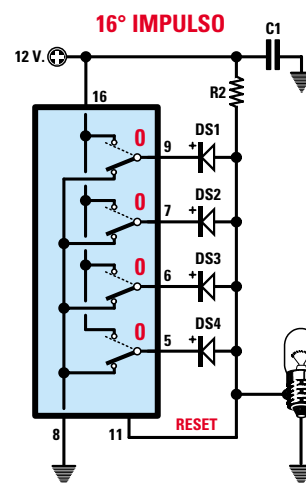



Fig.259 Al 16° impulso ritroviamo un Livello logico 0 su tutti i quattro piedini, quindi la lampadina tornerà a spegnersi.

TABELLA N.9

PIEDINO	1	15	14	12	13	4	2	3	5	6	7	9
FATTORE DIVISIONE												
PESO	2.048	1.024	512	256	128	64	32	16	8	4	2	1
DIFFERENZA												

Fig.260 Per sapere a quali piedini d'uscita del divisore 4040 occorre collegare un diodo per ottenere il richiesto fattore di divisione, consigliamo di usare questa Tabella. Nella casella Fattore Divisione va inserito il "numero" della divisione che si vuole ottenere e nella casella Differenza il numero che si otterrà sottraendo dal Fattore Divisione il Peso.

Per sapere su quali piedini dovrete collegare i **diodi** per ottenere un preciso **Fattore** di **divisione**, vi consigliamo di usare la **Tabella N.9**.
Nella casella **Fattore divisione** dobbiamo inserire il **numero** della divisione che vogliamo ottenere.
Nella casella **Peso** riportiamo il numero di divisione di ogni singolo piedino partendo dal suo massimo fino al suo minimo. Nella casella in basso, quella che abbiamo chiamato **Differenza**, andrà riportato il numero che otterremo dalla **sottrazione** tra il **Fattore** di **divisione** ed il **Peso** del piedino.
Per imparare ad usare questa **Tabella**, che si rivelerà molto utile, vi portiamo qualche esempio.
Supponiamo di voler **dividere** una frequenza per **1.255** volte. Questo numero corrisponde al nostro **Fattore** di **divisione** e va scritto nella prima casella della colonna posta sotto il **piedino 1**.
Poiché non possiamo sottrarre da **1.255** il numero riportato nella casella **peso**, cioè **2.048**, nella casella in basso della **Differenza** scriviamo **no**.

Riportiamo quindi il numero **1.255** nella casella successiva sotto il piedino **15**, poi controlliamo se risulta possibile eseguire una **sottrazione** con il numero **1.024** riportato nella casella **Peso**.

Da questa sottrazione otteniamo un **resto** di **231**, che scriviamo in basso nella casella **Differenza**.

Riportiamo questo **resto** nella **terza** casella sotto il piedino **14** e poiché non possiamo sottrargli un **Peso** di **512**, nella casella in basso della **Differenza** scriviamo **no**.

Riportiamo l'ultima **differenza** trovata, cioè **231**, nella **quarta** casella sotto il piedino **12** e poiché anche in questo caso non è possibile **sottrargli** un **Peso** di **256**, in basso scriviamo **no**.

Riportiamo lo stesso numero **231** nella **quinta** casella sotto il piedino **13**, poi eseguiamo la **sottrazione** con il **Peso 128** ottenendo un **resto** di **103** che scriviamo nella casella in basso.

Riportiamo il resto di **103** nella **sesta** casella sotto il piedino **4**, poi eseguiamo la **sottrazione** con il **Peso 64** ottenendo un **resto** di **39** che scriviamo nella casella in basso.

Riportiamo il **resto** di **39** nella **settima** casella sotto il piedino **2**, poi eseguiamo la **sottrazione** con il **Peso 32** ottenendo un **resto** di **7** che scriviamo nella casella in basso.

Riportiamo il numero **7** nell'**ottava** casella sotto il piedino **3** e poiché non possiamo sottrargli il **Peso** che è **16**, nella casella in basso scriviamo **no**.

Riportiamo lo stesso numero **7** nella **nona** casella sotto il piedino **5** e poiché anche qui non possiamo sottrargli il suo **Peso**, che è **8**, nella casella in basso scriviamo **no**.

Proseguendo riportiamo il numero **7** nella **decima** casella sotto il piedino **6** che ha **Peso 4**, poi facciamo la sottrazione ottenendo un **resto** di **3**, che scriviamo nella casella in basso.

Riportiamo il resto di **3** nell'**undicesima** casella sotto il piedino **7**, che ha **Peso 2**, poi facciamo la sottrazione ottenendo un **resto** di **1**, che scriviamo nella casella in basso.

Riportiamo il **resto** di **1** nella **dodicesima** ed ultima casella sotto il piedino **9**, poi facciamo la sottrazione ottenendo **1-1 = 0**.

L'esempio appena descritto è stato esemplificato nella **Tabella N.10**.
Eseguite tutte queste **sottrazioni**, su tutti i piedini che nella casella **Differenza** hanno un **resto**, compreso lo **0**, dovremo collegare un **diodo**, mentre su tutti i piedini d'uscita che nella casella **Differenza** hanno un **no**, non dovremo collegare nessun diodo (vedi fig.261).
Se ora facciamo la **somma** dei **pesi** corrispondenti ai piedini sui quali è collegato un **diodo**, otteniamo

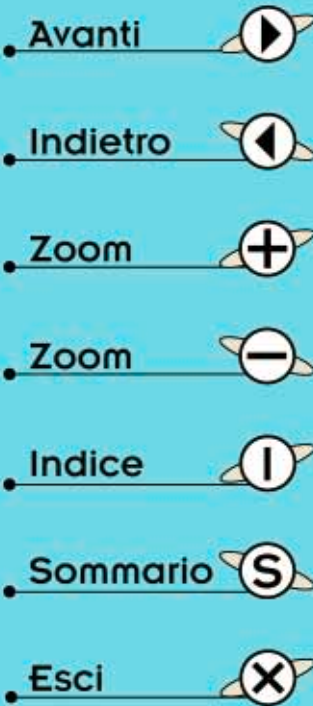



TABELLA N.10

PIEDINO	1	15	14	12	13	4	2	3	5	6	7	9
FATTORE DIVISIONE	1.255	1.255	231	231	231	103	39	7	7	7	3	1
PESO	2.048	1.024	512	256	128	64	32	16	8	4	2	1
DIFFERENZA	no	231	no	no	103	39	7	no	no	3	1	0

Fig.261 Volendo dividere una frequenza di 1.255 volte dobbiamo riportare questo numero nella prima casella in alto a sinistra, poi facciamo la sottrazione con il Peso. Poiché non è possibile sottrarre da 1.255 il numero 2.048, in basso scriviamo NO e riportiamo il numero 1.255 nella casella di destra per fare la sottrazione. Riportiamo il suo resto in alto nella successiva casella e procediamo così fino ad arrivare sull'ultima casella. Quando non riusciamo a fare la sottrazione in basso scriviamo NO. Il diodo va inserito sul piedino (vedi in alto) che nella casella in basso ha un numero compreso lo 0.

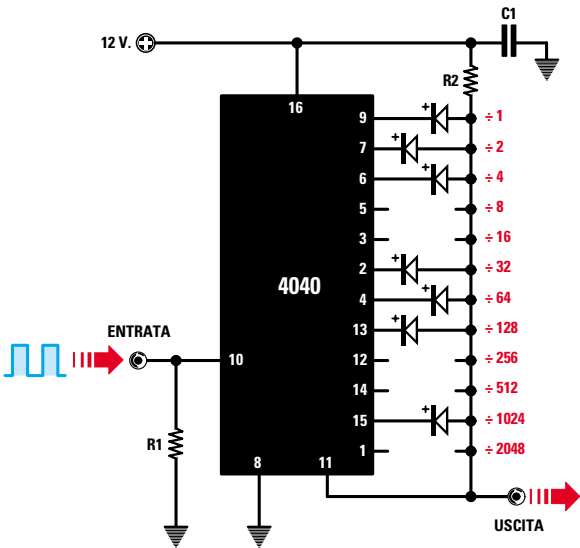



TABELLA N.11

PIEDINO	1	15	14	12	13	4	2	3	5	6	7	9
FATTORE DIVISIONE	120	120	120	120	120	120	56	24	8	0	0	0
PESO	2.048	1.024	512	256	128	64	32	16	8	4	2	1
DIFFERENZA	no	no	no	no	no	56	24	8	0	no	no	no

Fig.262 Volendo dividere una frequenza di 120 volte dobbiamo riportare questo numero nella prima casella in alto a sinistra poi fare la sottrazione con il Peso. Poiché fino al Peso 64 non possiamo sottrarre il numero 120, nelle prime cinque caselle in basso scriviamo NO. Nella sesta casella c'è un resto di 56, che riportiamo nella settima casella e così procediamo fino ad arrivare al Peso che ci darà come risultato 0.
Se facciamo la somma dei Pesi per i quali in basso appare un numero compreso lo 0, conosceremo l'esatto fattore di divisione:
64 + 32 +16 + 8 = 120.

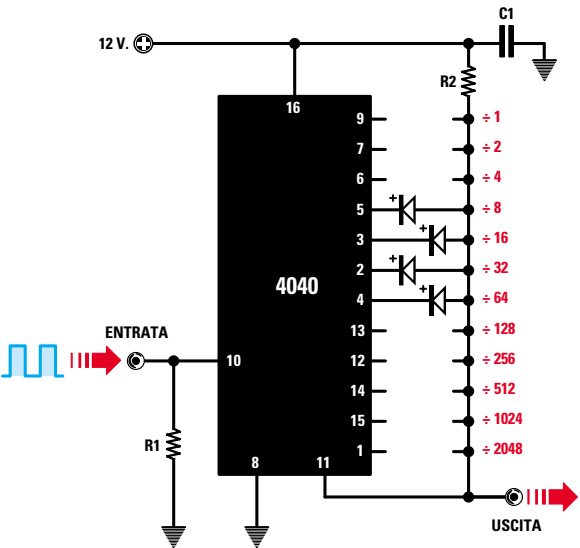
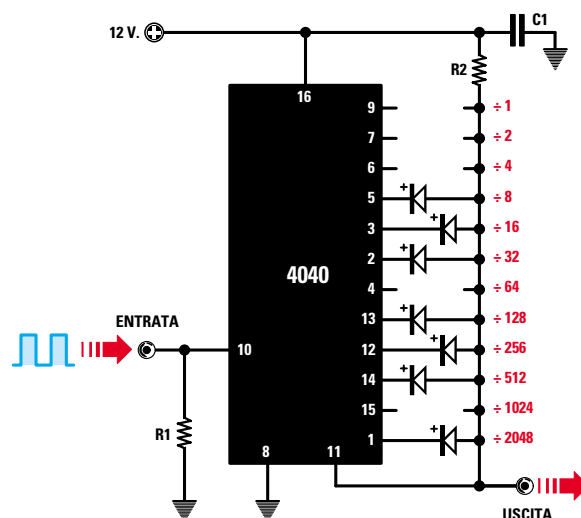



TABELLA N.12

PIEDINO	1	15	14	12	13	4	2	3	5	6	7	9
FATTORE DIVISIONE	3.000	952	952	440	184	56	56	24	8	0	0	0
PESO	2.048	1.024	512	256	128	64	32	16	8	4	2	1
DIFFERENZA	952	no	440	184	56	no	24	8	0	no	no	no

Fig.263 Volendo dividere una frequenza di 3.000 volte dobbiamo riportare questo numero nella prima casella in alto a sinistra poi fare la sottrazione con il Peso. Se questa sottrazione non si riesce a fare in basso scriviamo NO, se si riesce a fare il numero ottenuto lo riportiamo nella casella successiva e così procederemo fino ad ottenere il numero 0. Quindi sui piedini 9-7-6-4-15 non dovremo inserire nessun diodo.
Nell'orologio digitale utilizziamo come fattore di divisione 3.000 per prelevare dalla frequenza di rete a 50 Hertz 1 impulso ogni minuto.

esattamente il nostro **fattore** di **divisione**, cioè il numero per il quale vogliamo che venga divisa la frequenza in uscita:

1 + 2 + 4 + 32 + 64 + 128 + 1.024 = 1.255

Se volessimo dividere una frequenza per **120** e volessimo conoscere su quali piedini d'uscita occorre collegare un diodo, dovremmo procedere con lo stesso sistema utilizzato per il numero **1.255**, inserendo il numero **120** nella **prima** casella sotto il piedino **1**.

Se non riusciamo a sottrarre dal numero **120** il **Peso** del piedino, nella casella **Differenza** scriviamo **no**, poi riportiamo questo numero nella casella successiva fino a trovare il numero del **Peso** con cui è possibile eseguire la **sottrazione**.
Come abbiamo già detto, dobbiamo sempre riportare il **resto** che otteniamo dalla **sottrazione** nella successiva casella a destra.
Nella **Tabella N.11** abbiamo riportato il risultato di una divisione per **120**.
Quindi per ottenere un **fattore** di **divisione** di **120** dovremo collegare un **diodo**:

sul **piedino 5** che divide **8** ci vuole un **diodo**
sul **piedino 3** che divide **16** ci vuole un **diodo**
sul **piedino 2** che divide **32** ci vuole un **diodo**
sul **piedino 4** che divide **64** ci vuole un **diodo**

A riprova di ciò, se facciamo la **somma** dei **pesi** dei piedini sui quali abbiamo **inserito** un diodo (vedi fig.262) otteniamo il **fattore** di **divisione**:

8 + 16 + 32 + 64 = 120

Allo stesso modo, per **dividere** una frequenza d'ingresso per **3.000** volte eseguiremo le operazioni riportate nella **Tabella N.12**, poi sui piedini d'**uscita** per i quali appare un **resto**, compreso lo **0**, collegheremo un **diodo** (vedi fig.263):

sul **piedino 5** che divide **8** ci vuole un **diodo**
sul **piedino 3** che divide **16** ci vuole un **diodo**
sul **piedino 2** che divide **32** ci vuole un **diodo**
sul **piedino 13** che divide **128** ci vuole un **diodo**
sul **piedino 12** che divide **256** ci vuole un **diodo**
sul **piedino 14** che divide **512** ci vuole un **diodo**
sul **piedino 1** che divide **2.048** ci vuole un **diodo**

Se facciamo la **somma** dei **pesi** dei piedini sui quali abbiamo **inserito** un diodo, otteniamo il **fattore** di **divisione**:

8 + 16 + 32 + 128 + 256 + 512 + 2.048 = 3.000

PER ottenere 1 IMPULSO ogni minuto

Per far funzionare un qualsiasi **orologio digitale** è necessario che nel contatore entri **1 impulso** ogni

minuto, e noi abbiamo prelevato questo impulso dalla frequenza dei **50 Hertz** della **rete** che, contrariamente a quanto si potrebbe supporre, ha una **precisione** molto elevata **50,000,000,000 Hertz**.
La frequenza di **50 Hertz** corrisponde in pratica a **50 impulsi** al **secondo**, quindi in **1 minuto**, che come si sa è composto da **60 secondi**, avremo:

50 x 60 = 3.000 impulsi

Per ottenere **1 impulso** ogni **minuto** ci occorre un **divisore** che divida esattamente per **3.000**.
L'esempio riportato nella **Tabella N.12** ci indica su quali piedini del **divisore 4040** dobbiamo collegare un **diodo** per ottenere un esatto **fattore** di **divisione** pari a **3.000**.

1 ORA è composta da 60 minuti

Disponendo di **1 impulso** ogni **minuto**, ora dobbiamo preoccuparci di azzerare il conteggio al **60° impulso** e far apparire automaticamente il numero **1** sui display delle **Ore**. Il contatore **4518** utilizzato per pilotare le decodifiche **4511** è composto da **due** stadi divisori **x10**, perciò se su questi non apportiamo nessuna modifica, vedremo apparire sui display tutti i numeri da **0** fino a **99**, mentre negli orologi è indispensabile che il conteggio dei **minuti** si fermi a **60** per partire nuovamente da **0**.

Per ottenere questa condizione è sufficiente collegare sui piedini d'uscita **12-13** del **secondo** contatore, contenuto all'interno dell'integrato **4518** (vedi fig.265), due **diodi** rivolgendo i terminali **K** verso i piedini **12-13** e i terminali **A** verso i piedini di **reset 7-15**, che sono alimentati dalla resistenza **R1**.

Fino al numero **5**, ci sarà sempre uno dei **diodi** collegati sui piedini **12-13** che cortocircuita a **massa** (tramite le uscite del **contatore**) la tensione **positiva** fornita dalla resistenza **R1**, quindi sui piedini di **reset 7-15** del contatore **4518** avremo sempre un **livello logico 0**.

Quando il display delle **decine** dei **minuti** passa dal numero **5** al numero **6**, i piedini **12-13**, che hanno peso **2** e **4**, si portano entrambi a **livello logico 1** e quindi i **diodi** non cortocircuitano più a massa la tensione **positiva** fornita dalla resistenza **R1**, che può raggiungere i piedini **7-15** di **reset**.
Quando sui piedini di **reset** giunge un **livello logico 1** questi azzerano il conteggio e dal numero **6** si passa al numero **0**.

Per verificare se effettivamente i piedini **12-13** si portano entrambi a **livello logico 1** quando sul **display** delle **decine** appare il numero **6**, potete consultare la **Tabella N.13** nella quale abbiamo riportato i vari livelli logici che appaiono sui piedini di uscita del **4518** per ogni numero da **0** a **6**.

TABELLA N.13

numero display	pied. 14 peso 8	pied. 13 peso 4	pied. 12 peso 2	pied. 11 peso 1
0	0	0	0	0
1	0	0	0	1
2	0	0	1	0
3	0	0	1	1
4	0	1	0	0
5	0	1	0	1
6	0	1	1	0

Anche in questo caso per sapere su quali piedini collegare un **diodo** per ottenere un fattore di divisione di **6**, abbiamo usato la stessa tecnica utilizzata per il **divisore programmabile 4040**.

PIEDINO	14	13	12	11
FATTORE DIVISIONE	6	6	2	0
PESO	8	4	2	1
DIFFERENZA	no	2	0	no

Fig.264 Per sapere a quali piedini del contatore 4518 dobbiamo collegare un diodo per farlo contare fino al numero 6 useremo questa Tabella con i Pesi 8-4-2-1.

Fig.265 Inserendo un diodo sul piedino 12 che ha Peso 2 ed uno sul piedino 13 che ha Peso 4, il contatore arriverà fino al numero 6 poi ripartirà da 0.

Fig.266 Con i due diodi collegati sui piedini 12-13 del contatore a sinistra vedremo apparire sui Display tutti i numeri da 00 fino a 59.
Come possiamo vedere nella Tabella N.13, fino al numero 5 abbiamo sempre uno dei piedini 12-13 che si trova a Livello logico 0 quindi la tensione positiva fornita dalla resistenza R1 verrà cortocircuitata a massa dal diodo collegato sul piedino che si trova a Livello Logico 0.

Fig.267 Quando dal numero 59 si passerà al numero 60, entrambi i piedini 12-13 si porteranno a Livello logico 1 (vedi Tabella N.13), quindi i due diodi non cortocircuiteranno più a massa la tensione positiva presente ai capi della resistenza R1. Questa tensione potrà raggiungere i piedini di Reset 15-7 che provvederanno ad azzerare i due contatori facendo ripartire il conteggio dal numero 00.
Il numero 60 non si vedrà mai apparire sui display perché la tensione positiva nell'istante in cui raggiunge i piedini di Reset subito cancellerà il numero 60.

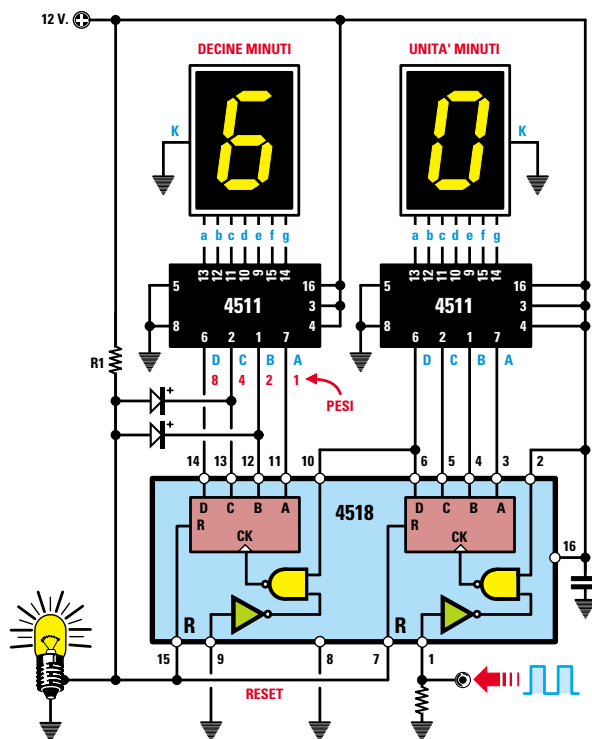
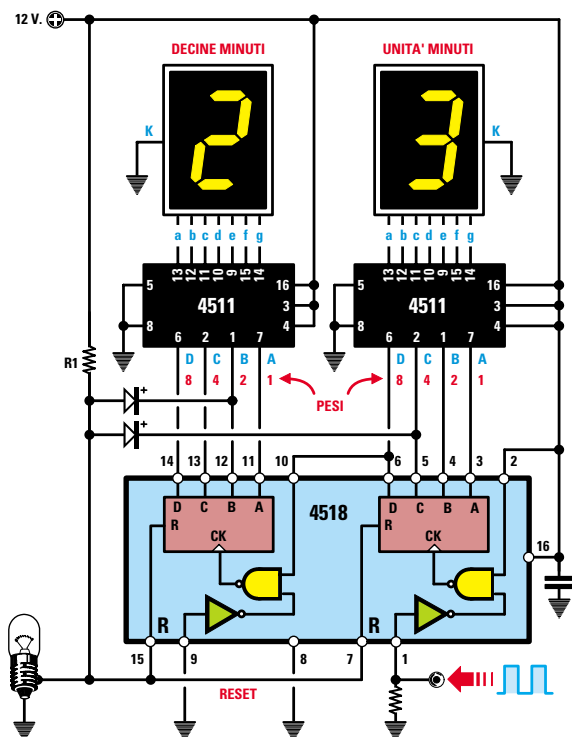
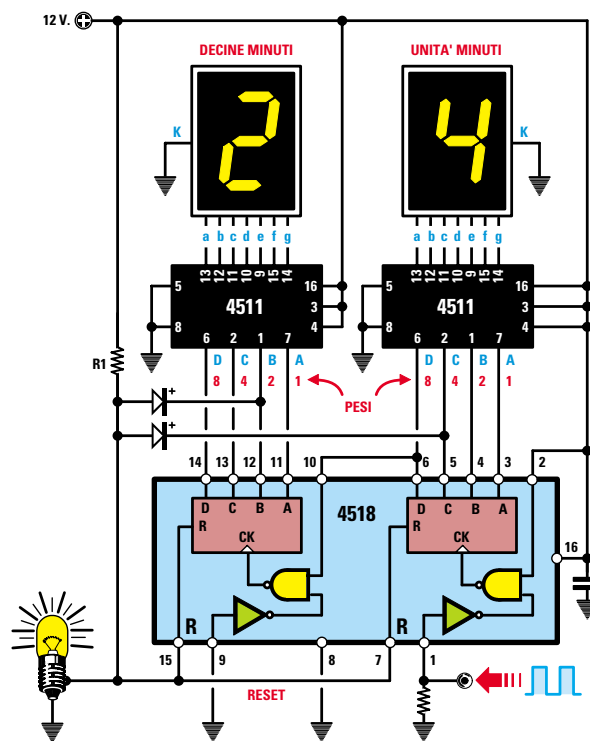



Fig.268 Con un diodo collegato al piedino 5 con Peso 4 del primo contatore a destra ed un diodo collegato al piedino 12 con Peso 2 del secondo contatore a sinistra, vedremo apparire tutti i numeri da 00 fino al numero 23.
Come possiamo vedere nella Tabella N.14, fino al numero 23 la tensione positiva fornita dalla resistenza R1 verrà cortocircuitata a massa dal diodo collegato sul piedino che si trova a Livello Logico 0.

Fig.269 Quando dal numero 23 si passerà sul numero 24, entrambi i piedini 5-12 si porteranno a Livello logico 1 (vedi Tabella N.14), quindi i due diodi non cortocircuiteranno più a massa la tensione positiva presente ai capi della resistenza R1. Questa tensione potrà raggiungere i piedini di Reset 15-7 che provvederanno ad azzerare i due contatori, quindi il conteggio ripartirà dal numero 00.
Il numero 24 non si vedrà mai apparire sui display perché la tensione positiva nell'istante in cui raggiunge i piedini di Reset subito cancellerà il numero 24.

Come avrete già intuito, i diodi devono essere collegati sui soli piedini **13-12**, dove nella casella **Differenza** abbiamo un **resto** compreso lo **0**.

In realtà il numero **6** non apparirà mai sui display, perché non appena i due piedini **13-12** si portano a **livello logico 1**, sui piedini **15-7** di **reset** giunge la tensione **positiva** fornita dalla resistenza **R1** e quindi il conteggio si azzera (vedi fig.267).

Quando entrambi i piedini di **reset 15-7** si portano a **livello logico 1**, sul piedino **1** del contatore **4518** delle **unità** delle **ore** viene inviato un impulso **positivo** che fa apparire sul display il numero **1**.

Ogni **60 minuti** il display delle **ore** avanzerà dunque di una **unità** e da **1** passerà a **2** poi a **3** a **4-5**, ecc. fino a **24**.

1 GIORNO è composto da 24 ORE

Poiché anche per le **unità** e **decine** di **ore** abbiamo impiegato un contatore **4518** (vedi fig.268) composto da due stadi che dividono **x10**, dovremo **resettare** il conteggio al numero **24**, diversamente proseguirà fino al numero **99**.
Per resettare il conteggio al numero **24** dobbiamo collegare un **diodo** sul piedino **5** del contatore delle **unità** di **ore**, che ha **peso 4**, e un **diodo** sul piedino **12** del contatore delle **decine** di **ore** che ha **peso 2** (vedi fig.268).

Quando il display delle **decine** di **ore** è sul numero **2** e quello delle **unità** di **ore** passa al numero **4**, entrambi i piedini **5-12** si portano a **livello logico 1**. In questa condizione i **diodi** collegati su questi piedini non possono più cortocircuitare a massa la tensione positiva fornita dalla resistenza **R1**, che può così raggiungere i piedini **7-15** di **reset**, i quali azzerando tutto il conteggio, lo faranno ripartire dal numero **00**.

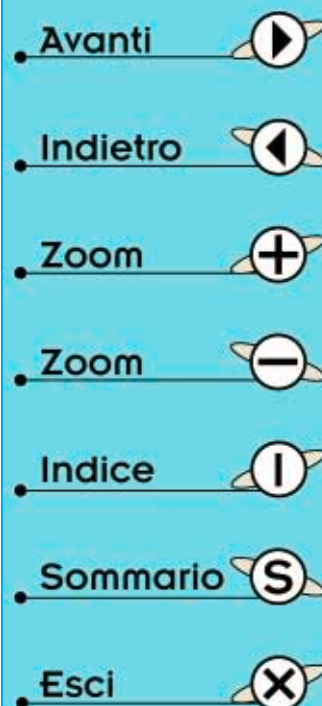
Per verificare se i piedini **5-12** si portano entrambi a **livello logico 1** quando sui due **display** appare il numero **24**, basta consultare la **Tabella N.14** nella quale abbiamo riportato i livelli logici che appaiono sui piedini di uscita del **4518** per ogni numero da **19** a **24** che appare sul display.

Quando sui display delle **unità** e **decine** appare un qualsiasi altro numero, noi avremo sempre **uno** dei piedini di questi due contatori a **livello logico 0**, quindi la tensione **positiva** presente ai capi della resistenza **R1** verrà cortocircuitata a **massa** (tramite le uscite del **contatore**) da uno di questi piedini e non potrà raggiungere i piedini di **reset 7-15** del contatore **4518**.
Ad esempio, alle ore **22**, sul piedino **12** del contatore per le **decine** delle ore è presente un **livello logico 1**, ma sul piedino **5** del contatore per le **unità** delle ore è presente un **livello logico 0**, quindi sarà il **diodo** collegato sul piedino **5** a cortocircuitare a **massa** la tensione **positiva** presente ai capi della resistenza **R1**.
Anche alle ore **23** sul piedino **12** del contatore per le **decine** delle ore è presente un **livello logico 1** e sul piedino **5** del contatore delle **unità** delle ore è presente un **livello logico 0.**

Solo alle ore **24**, quando sul piedino **12** del contatore delle **decine** delle ore è presente un **livello logico 1** e lo stesso livello logico si trova anche sul piedino **5** del contatore delle **unità** delle ore, non c'è più nessun diodo che **cortocircuiti** a **massa** la

TABELLA N.14

	contatore 4518 per le decine di ore				contatore 4518 per le unità di ore			
pied. 14 peso 8	pied. 14 peso 8	pied. 13 peso 4	pied. 12 peso 2	pied. 11 peso 1	pied. 6 peso 8	pied. 5 peso 4	pied. 4 peso 2	pied. 3 peso 1
19	0	0	0	1	1	0	0	1
20	0	0	1	0	0	0	0	0
21	0	0	1	0	0	0	0	1
22	0	0	1	0	0	0	1	0
23	0	0	1	0	0	0	1	1
24	0	0	1	0	0	1	0	0

Fig.270 In questa Tabella possiamo vedere che qualsiasi numero da 0 a 23 apparirà sui due Display delle Ore, avremo sempre uno dei due piedini 5-12 a Livello logico 0. Solo quando si passerà sul numero 24 entrambi i piedini 5-12 si porteranno a Livello logico 1, quindi la tensione positiva presente ai capi della resistenza R1 potrà raggiungere i piedini di Reset 15-7 che provvederanno ad azzerare i due contatori.

tensione **positiva** presente ai capi della resistenza **R1**, che potrà raggiungere i due piedini di **reset 7-15** che provvederanno ad azzerare il conteggio facendolo così ripartire dal numero **00** (vedi fig.269).

In pratica **non** vedremo mai apparire sui display il numero **24**, perché nell'istante in cui si passa alle ore **24.00**, i piedini di **reset** cancelleranno il conteggio facendo apparire sui display **00.00**.

Ora che vi abbiamo spiegato come si possano programmare, tramite dei diodi, le uscite dei due contatori **4518** per farli dividere per 60 e per 24, possiamo già passare al nostro orologio.

Nella **Lezione N.17** vi abbiamo anche spiegato perché i **contatori 4518** dispongono di **2** piedini d'ingresso (vedi piedini **1-2** e **9-10**) ed anche perché nel **primo** contatore si entra sul piedino **1** e nel **secondo** contatore sul piedino **10**.

SCHEMA ELETTRICO dell'OROLOGIO

Conoscendo le funzioni svolte dagli integrati **4511-4518-4040**, possiamo passare a descrivervi lo schema elettrico riportato in fig.272.

Come in qualsiasi altro schema, anche in questo tutti gli integrati (escluso il **4518**) sono stati raffigurati con un **rettangolo** disponendo i loro piedini d'ingresso e d'uscita nella posizione più idonea per ridurre al minimo gli **incroci** di fili che altrimenti renderebbero lo schema meno leggibile.

Per la descrizione del funzionamento iniziamo dal trasformatore di alimentazione **T1** provvisto di un **primario** idoneo per una tensione di **220 volt** e di un secondario in grado di erogare **12 volt** con una corrente di circa **0,5 amper**.

La tensione dei **12 volt** viene applicata al ponte raddrizzatore **RS1** che la trasforma da tensione alternata in tensione **continua**.
Per rendere questa tensione perfettamente **continua** l'abbiamo livellata con il condensatore elettrolitico **C1** da **2.200 microfarad**.

Poiché la tensione **continua** ottenuta raggiunge un valore di circa **16 volt** e l'orologio va alimentato con una tensione **stabilizzata** di **12 volt**, per portarla sul valore richiesto utilizziamo un integrato **stabilizzatore** tipo **L.7812**, che nello schema elettrico è siglato **IC1**.

Applicando sul piedino **E**ntrata di **IC1** una tensione di **16 volt**, sul piedino **U**scita preleviamo una tensione di **12 volt** che non varierà anche se la tensione di rete dovesse scendere a **210 volt** oppure salire a **230 volt**.

Dal secondario del trasformatore **T1** preleviamo tramite la resistenza **R1** anche la **frequenza** di rete dei **50 Hz**, che verrà applicata al diodo zener **DZ1** che ne limita l'ampiezza sui **12 volt**.
Il condensatore **C5** posto in parallelo a questo diodo zener serve per attenuare tutti gli **impulsi** spuri presenti sulla tensione di rete (impulsi causati dall'accensione di interruttori, dal termostato del frigorifero ecc.), che potrebbero far **avanzare** il conteggio dell'orologio.

I **50 Hz** vengono applicati sul **divisore** programmabile **IC2**, un **4040**, che tramite i diodi collegati sui piedini **1-14-12-13-2-3-5**, risulta programmato per **dividere** per **3.000** (vedi fig.263) in modo da prelevare sul piedino **11**, tramite il diodo **DS8**, un impulso **positivo** ogni **minuto** che verrà poi applicato sul piedino **1** del primo contatore presente all'interno dell'integrato **IC4**.

Il doppio contatore siglato **IC4**, un **4518**, è stato utilizzato per visualizzare i **minuti**, mentre il doppio contatore siglato **IC3** per visualizzare le **ore**.

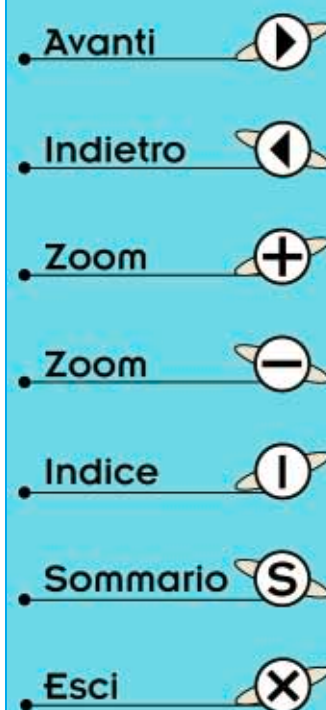
Le resistenze collegate tra le uscite delle **decodifiche 4511** e l'ingresso di ogni **display** (vedi rettangoli siglati **R9-R10-R12-R13**) limitano la corrente di assorbimento dei **segmenti** dei display evitando così che si danneggino.

I due diodi **DS12-DS13**, collegati sui piedini **12-13** di **IC4**, ci servono per ottenere un **divisore** per **60**, come già vi abbiamo spiegato con le figg.266-267.

Il diodo **DS11**, collegato sul piedino **5** di **IC3** e il diodo **DS10**, anch'esso collegato sul piedino **12** di **IC3**, ci servono per ottenere un **divisore** per **24**, come vi abbiamo spiegato con le figg.268-269.

Quando il contatore dei **minuti** siglato **IC4** raggiunge il numero **60**, sui piedini di **reset 7-15** giunge un impulso **positivo** che, passando attraverso il diodo **DS9**, raggiunge il piedino **1** del secondo contatore **IC3**, che provvede a far avanzare di una **unità** il numero visualizzato sul display delle **ore**.

Il **transistor** (vedi **TR1**) presente in questo orologio ci serve per far lampeggiare il **punto decimale** sul **display** delle **unità** di **ore**.
Poiché la **B**ase di questo transistor è collegata al piedino **2** del **divisore IC2**, noi vedremo accendersi e spegnersi questo **punto** all'incirca ogni **secondo**, per essere più precisi ogni **1,28 secondi**.

Infatti la frequenza dei **50 Hz** prelevata dal piedino

2 viene divisa per **32**, pertanto avremo disponibile una frequenza di:

50 : 32 = 1,5625 Hertz

che corrisponde ad un **tempo** in **secondi** di:

1 : 1,5625 = 0,64 secondi

Quindi il **punto** decimale rimarrà **spento** per **0,64 secondi** e si **accenderà** per **0,64 secondi** e di conseguenza lampeggerà ogni **1,28 secondi**.

Dal piedino **5** del divisore **IC2** preleviamo una frequenza di **50 : 8 = 6,25 Hz**, che applichiamo sui due pulsanti **P1** (minuti) e **P2** (ore) e che ci serve per poter mettere a punto i **minuti** e le **ore**.

Infatti, una volta completato l'orologio, non appena lo collegherete alla rete dei **220 volt**, sui display potrà apparire il numero **00.00** o anche un numero **casuale**, quindi dovrete metterlo a punto.

Il **pulsante P1** va tenuto pigiato fino a quando sui **display** non compaiono gli esatti **minuti**.

Il **pulsante P2** va tenuto pigiato fino a quando sui **display** non compare l'**ora** esatta.

Questi due pulsanti vi saranno anche utili per **mettere** a punto l'orologio ogni volta che verrà a **mancare** la **tensione** di rete oppure quando l'ora da **solare** cambierà in **legale** o viceversa, oppure se noterete che dopo due o tre mesi l'orologio è avanzato di **1-2 minuti** a causa degli **impulsi spuri** entrati dalla rete elettrica.

Con questa lezione sull'orologio abbiamo compiuto un ulteriore passo avanti, perché ora sapete a cosa servono le decodifiche **4511**, i contatori **4518** e come possiamo programmarli per ottenere un conteggio che si azzeri sul numero **60** o sul numero **24** ed anche come si riesce a programmare l'integrato **4040** per dividere una frequenza per un numero qualsiasi.

Infatti se ora vi chiedessimo che funzione esplicano i diodi **DS12-DS13** collegati sul contatore **IC4** oppure i diodi **DS10-DS11** collegati sul contatore **IC3**, sapreste darci subito una risposta e sapreste anche perché abbiamo collegato ben **sette diodi** sui piedini dell'integrato siglato **IC2**, cioè sul **divisore programmabile** tipo **4040**.

Seguendo le nostre Lezioni avrete compreso che l'**elettronica** è **difficile** solo se viene spiegata in modo incomprensibile, diversamente risulta molto **semplice**.

ELENCO COMPONENTI LX.5035

R1 = 4.700 ohm
R2 = 100.000 ohm
R3 = 68.000 ohm
R4 = 4.700 ohm
R5 = 68.000 ohm
R6 = 4.700 ohm
R7 = 4.700 ohm
R8 = 2.200 ohm
R9 = 820 ohm (rete resistiva)
R10 = 820 ohm (rete resistiva)
R11 = 1.000 ohm
R12 = 820 ohm (rete resistiva)
R13 = 820 ohm (rete resistiva)
C1 = 2.200 microF. elettrolitico
C2 = 100.000 pF poliestere
C3 = 100.000 pF poliestere
C4 = 220 microF. elettrolitico
C5 = 220.000 pF poliestere
C6 = 100.000 pF poliestere
C7 = 100.000 pF poliestere
C8 = 100.000 pF poliestere
C9 = 100.000 pF poliestere
C10 = 100.000 pF poliestere
C11 = 100.000 pF poliestere
C12 = 100.000 pF poliestere
RS1 = ponte raddriz. 100 V 1 A
DS1-DS13 = diodi tipo 1N.4148
DZ1 = zener 12 volt 1/2 watt
DISPLAY1-4 = tipo BSC A12 RD
TR1 = NPN tipo BC.547
IC1 = integrato tipo L.7812
IC2 = integrato C/Mos 4040
IC3 = integrato C/Mos 4518
IC4 = integrato C/Mos 4518
IC5 = integrato C/Mos 4511
IC6 = integrato C/Mos 4511
IC7 = integrato C/Mos 4511
IC8 = integrato C/Mos 4511
T1 = trasform. 6 watt (T006.01)
sec. 12 volt 0,5 amper
P1 = pulsante
P2 = pulsante

Nota: tutte le resistenze utilizzate in questo circuito sono da 1/4 di watt.

Fig.271 Connessioni dell'integrato siglato IC1 utilizzato per stabilizzare la tensione sui 12 volt.

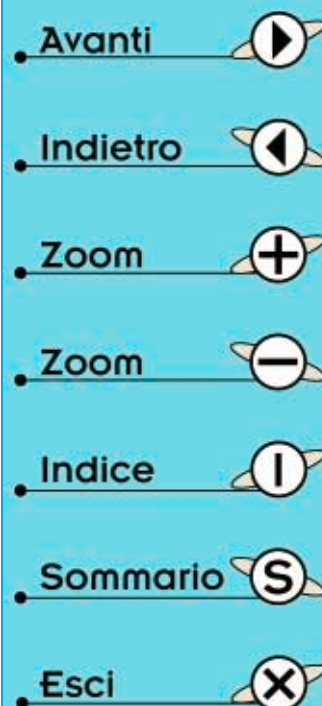
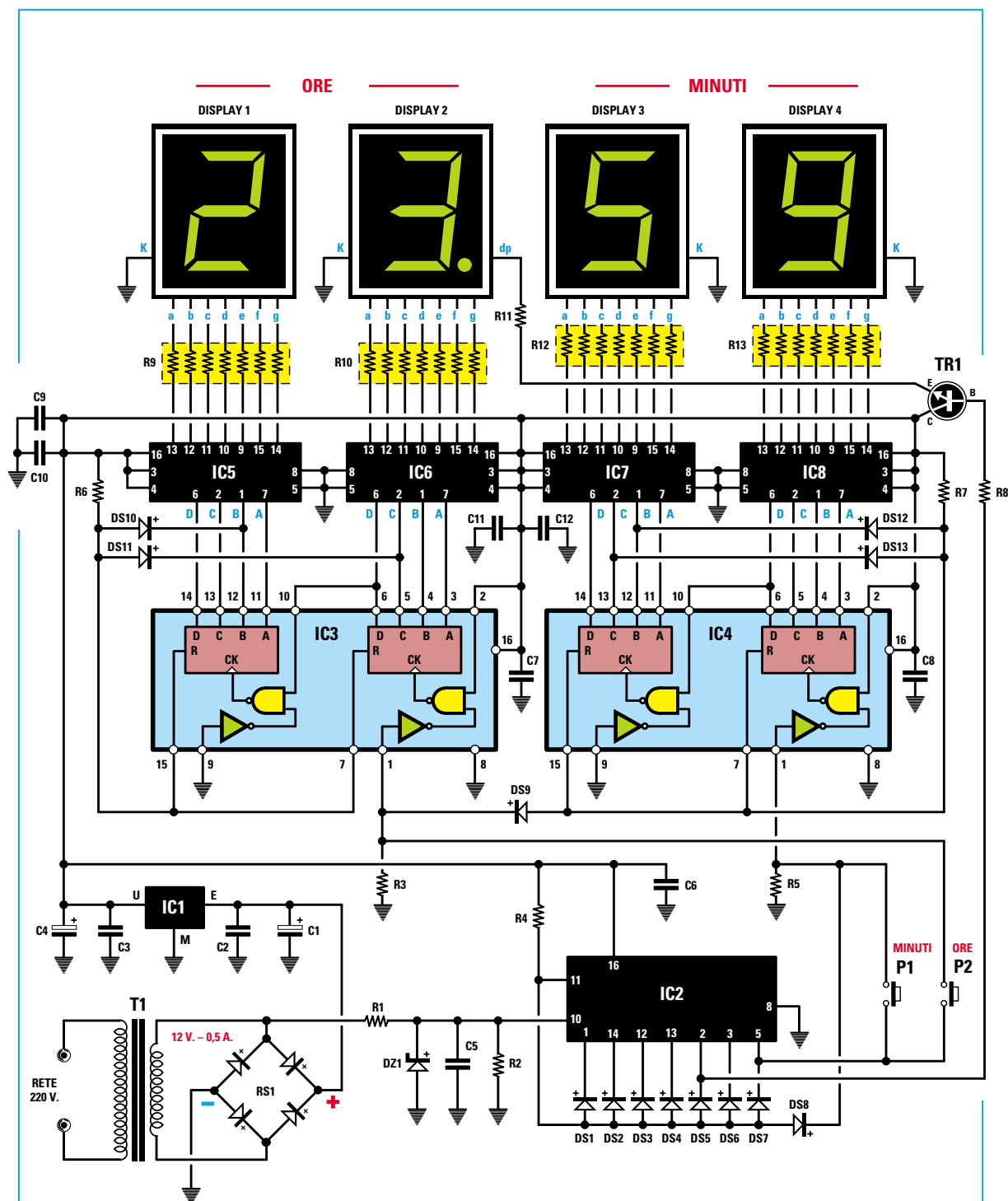



Fig.272 Schema elettrico dell'orologio digitale. L'integrato IC2 viene utilizzato per dividere per 3.000 la frequenza di rete dei 50 Hertz (vedi fig.263), l'integrato IC4 viene utilizzato per contare i Minuti fino al numero 60 (vedi fig.267), mentre l'integrato IC3 viene utilizzato per contare le Ore fino al numero 24 (vedi fig.269). I pulsanti P1-P2 presenti nel circuito servono per mettere a punto l'orologio la prima volta che l'accenderemo.

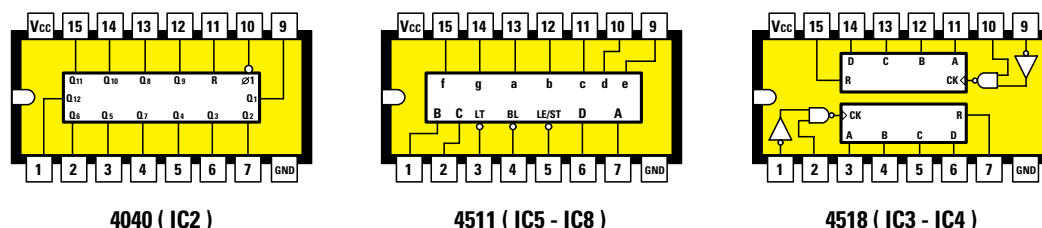



Fig.273 Disposizione dei piedini degli integrati utilizzati in questo orologio. Le connessioni sono viste da sopra con la tacca di riferimento a U rivolta verso sinistra.

REALIZZAZIONE PRATICA

Per realizzare questo orologio abbiamo scelto dei **display** con segmenti **verdi**, le cui dimensioni risultano quattro volte più **grandi** dei normali display.

Infatti in un orologio i **numeri** devono essere **visibili** anche a diversi metri di distanza e sebbene questo tipo di display sia più costoso, non va dimenticato che questo orologio vi durerà tutta una vita e, passati diversi anni, quando sarete già diventati degli **esperti tecnici**, guardandolo vi ricorderete dei tempi in cui avete iniziato ad interessarvi di elettronica partendo da **zero**.

A chi ora sta pensando “*riuscirò a montarlo*?”, noi rispondiamo di provarci, perché se non iniziate a fare pratica non imparerete mai.
Non preoccupatevi se commettendo involontariamente qualche **errore** non lo vedrete funzionare, perché noi non vi abbandoniamo.
In questi casi potrete inviarci il vostro montaggio e noi ve lo restituiremo perfettamente funzionante, indicandovi anche quali **errori** avete commesso, onde evitare di ripeterli in futuro.

Poiché il **segreto** di ogni montaggio sono le **stagnature**, cercate di eseguirle in modo perfetto, come vi abbiamo spiegato nella **Lezione N.5**.
In pratica dovrete sempre appoggiare la punta del saldatore **senza** stagno sul **punto** da stagnare (vedi fig.277), dopodiché dovrete avvicinare il filo di stagno per scioglierne una, due **gocce** e tenere il saldatore fino a quando lo stagno non si sarà totalmente depositato sullo stampato e sul terminale.

Completata una stagnatura, prima di eseguire la seconda, dovrete **pulire** la **punta** del saldatore strofinandola su una spugnetta o su un panno inumidito in modo da togliere dalla sua superficie o-

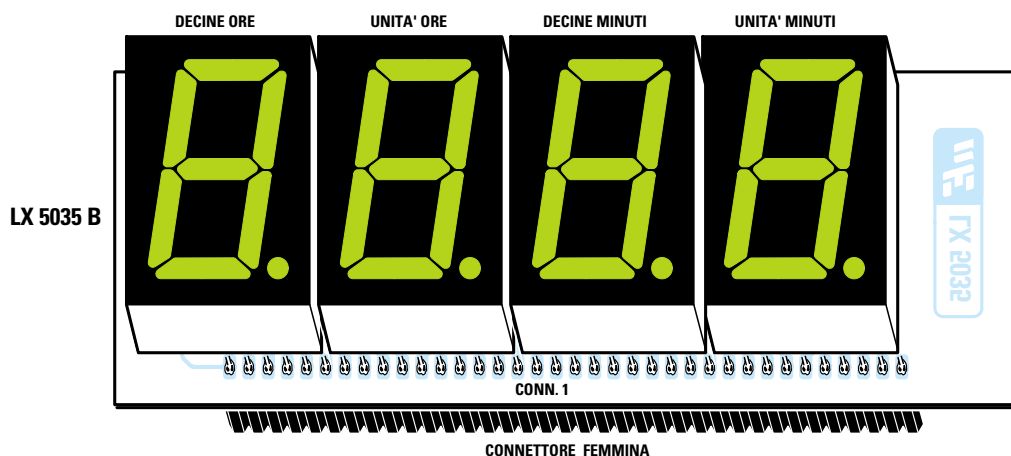



Fig.274 Prima di inserire i quattro Display sul circuito stampato dovrete stagnare in basso il connettore femmina che andrà poi innestato nel circuito stampato di fig.275.

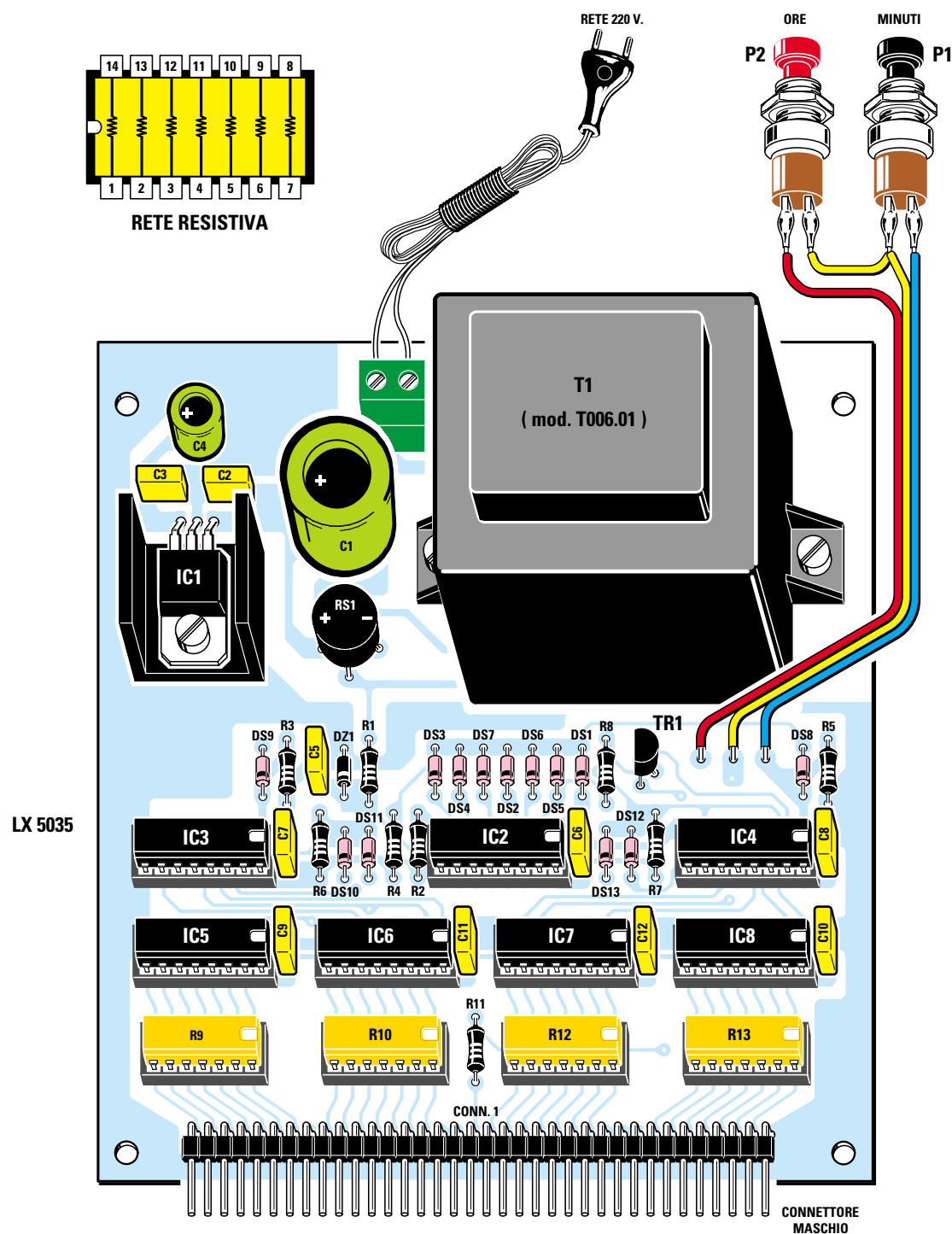



Fig.275 Schema pratico di montaggio della scheda base LX.5035 dell'orologio. In alto abbiamo riportato le connessioni delle reti resistive R9-R10-R12-R13 per farvi vedere su quali piedini risultano collegate le sette resistenze da 820 ohm. Nel connettore maschio applicato in basso su questo stampato andrà innestato il connettore femmina presente sullo stampato LX.5035/B dei display (vedi fig.274). Quando inserite i sette integrati nei rispettivi zoccoli dovrete rivolgere la loro tacca di riferimento ad U verso destra.

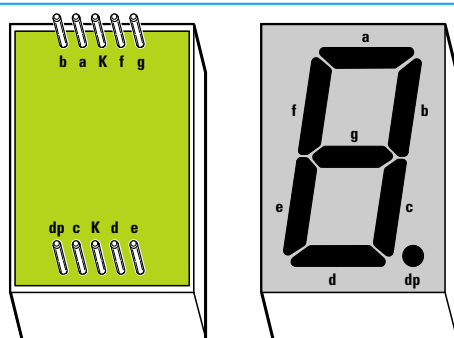



Fig.276 Sulla sinistra le connessioni dei terminali del display viste da dietro.
I terminali indicati con le lettere a-b-c-d-e-f-g sono quelli dei 7 segmenti, quello indicato dp è il terminale del punto decimale (vedi disegno a destra), mentre quelli indicati K sono i terminali da collegare a massa. Di questi due terminali ne collegheremo a massa uno solo.

gni **residuo** di stagno (vedi fig.278). Lo stagno già fuso è infatti privo di **disossidante** perché si è volatilizzato nella stagnatura fatta in precedenza, quindi anche se si depositerà sul terminale e sulla pista in rame dello stampato, rimarrà sempre su queste superfici una sottilissima **pellicola isolante** che impedirà agli elettroni di passare liberamente.

Nel kit troverete due circuiti stampati. Su quello siglato **LX.5035/B** dovrete montare i soli **Display** (vedi fig.274), mentre su quello siglato **LX.5035** dovrete montare tutti i componenti visibili in fig.275.

Se iniziate il montaggio dal circuito stampato **LX.5035/B**, inserite in **basso** il connettore **femmina** provvisto di **36** terminali.
Dopo aver stagnato tutti i terminali, controllate di non aver depositato qualche abbondante goccia di stagno **cortocircuitando** terminali adiacenti.

Se questo si fosse verificato, appoggiate sulla stagnatura la **punta** del saldatore ben **pulita** e lo stagno in eccesso rimarrà attaccato alla punta.

Dopo aver stagnato il connettore, infilate i quattro display sul lato **opposto** del circuito stampato rivolgendo il **punto decimale** verso il **basso**, come visibile in fig.280.

Completato questo montaggio, prendete il circuito stampato siglato **LX.5035** e in basso inserite il connettore **maschio** ripiegato a **L** provvisto di **36** terminali (vedi fig.275).

Dopo aver stagnato tutti i **36** terminali, vi consigliamo di inserire gli **zoccoli** per gli integrati e le **reti resistive** controllando sempre ad operazione completata tutte le stagnature, perché è molto facile dimenticarne una.

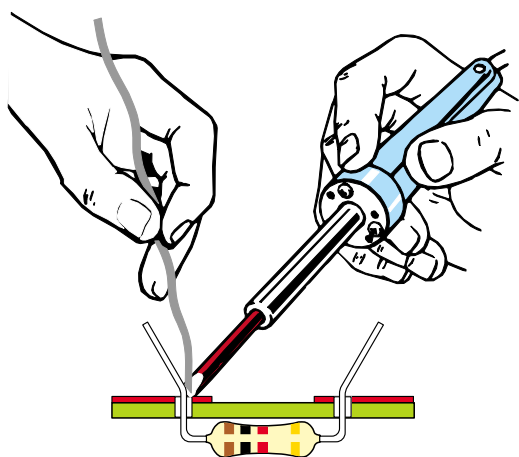



Fig.277 Per fare delle ottime stagnature occorre appoggiare la punta del saldatore pulita sulla pista da stagnare, poi su questa si dovrà sciogliere lo stagno.

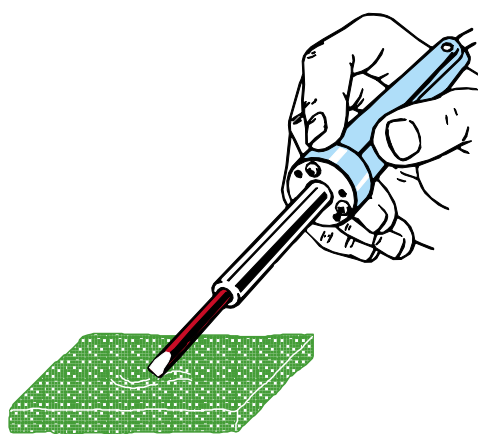



Fig.278 Completata una stagnatura, dovrete sempre pulire la punta su un panno inumidito, in modo da togliere dalla sua superficie ogni residuo di stagno fuso.

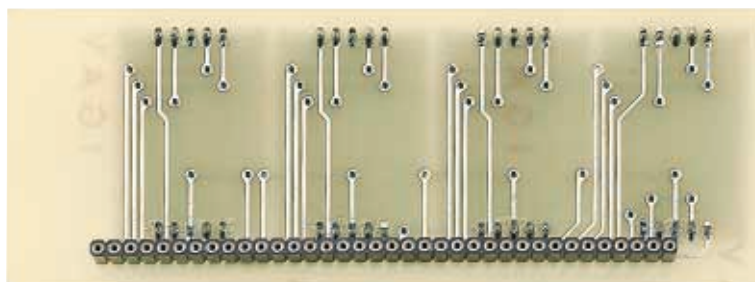



Fig.279 Foto del lato posteriore del circuito stampato siglato LX.5035/B.

Fig.280 Il punto decimale dei Display va rivolto verso il connettore femmina.

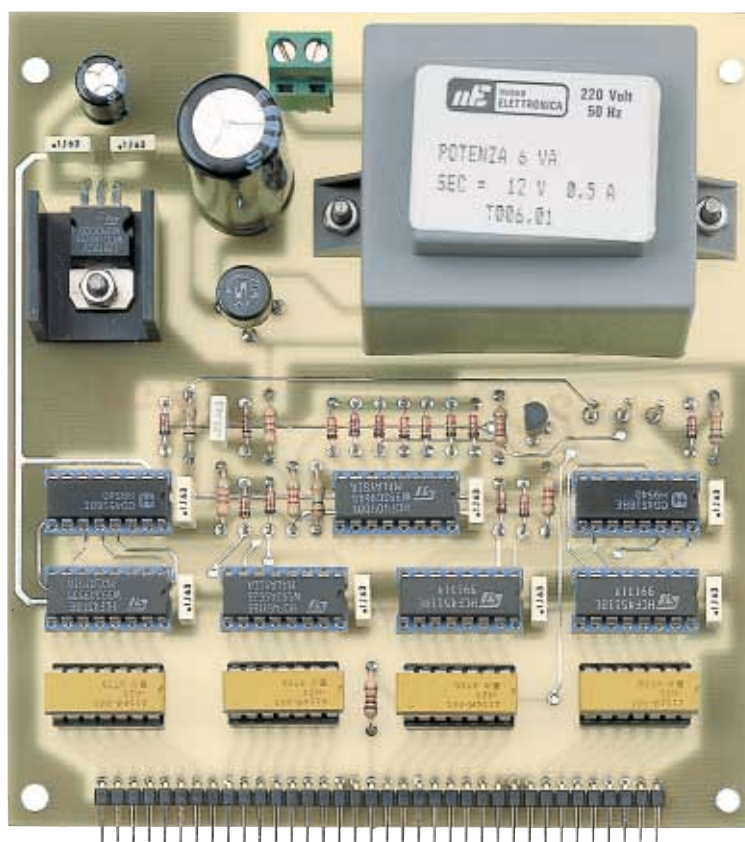



Fig.281 Foto del circuito stampato siglato LX.5035 con sopra montati tutti i suoi componenti.

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

Fig.282 Dopo aver inserito il connettore femmina presente sullo stampato LX.5035/B sul connettore maschio presente sullo stampato LX.5035 potrete fissare il tutto all'interno dell'elegante mobile che vi verrà fornito su richiesta.

Fig.283 Sul pannello posteriore del mobile fissate i due pulsanti P1-P2.

Proseguendo nel montaggio inserite le poche **resistenze**, controllando il loro **codice** dei **colori** per evitare di inserire un valore ohmico errato.
Tutte le resistenze utilizzate per pilotare i **segmenti** dei display (vedi **R9-R10-R12-R13**) si trovano inserite all'interno di un contenitore a forma di integrato (vedi fig.275 in alto).
Anche se sappiamo che questa soluzione è più costosa, l'abbiamo scelta per avere **7 resistenze** di identico valore onde evitare che qualche segmento risultasse più o meno luminoso a causa della **tolleranza** che hanno le normali resistenze.

Dopo le resistenze consigliamo di inserire tutti i **diodi** al silicio e il diodo **zener** rivolgendo il lato contornato da una **fascia nera** (**bianca** per il solo **zener**) verso il **basso**, come visibile in fig.275.
L'eccedenza dei terminali delle resistenze e dei diodi andrà tagliata con un paio di forbici.

Proseguendo nel montaggio inserite tutti i condensatori al **poliestere**, poi i due condensatori **elettrolitici C1-C4** infilando il terminale **positivo** nel foro contrassegnato con un **+**.
Poiché sull'involucro degli elettrolitici raramente viene riportato il segno **positivo** in corrispondenza del terminale, ricordatevi che quello **più lungo** è sempre il terminale positivo.

Ora prendete il transistor **TR1** e senza accorciare i suoi terminali inseritelo nella posizione visibile nello schema pratico di fig.275 rivolgendo la parte **piatta** del suo corpo verso la resistenza **R8**.

A destra del transistor inserite i tre terminali a spillo che vi serviranno per stagnare i tre fili che dovrete in seguito collegare sui due pulsanti **P1-P2**.

Giunti a questo punto avrete già completato il **90%** del montaggio dell'orologio digitale senza incontrare nessuna seria difficoltà.

Il prossimo componente che dovete inserire sullo stampato è l'integrato stabilizzatore **IC1**, quindi dopo aver ripiegato ad **L** i suoi tre terminali, fissate il suo corpo sulla sua piccola aletta di raffreddamento a forma di **U**.

Vicino a questo integrato inserite il ponte raddrizzatore **RS1** accorciando i suoi terminali e rivolgendo quello contrassegnato da un **+** verso sinistra, come evidenziato in fig.275.

Per ultimi montate la **morsettiera** a due poli, che vi servirà per fissare i fili del cordone di rete dei **220 volt**, ed il trasformatore **T1** che fisserete sul circuito stampato con due viti.

E' sottinteso che i terminali del trasformatore vanno stagnati sulle sottostanti piste in rame.

A questo punto potete prendere tutti gli integrati e dopo aver controllato la sigla stampigliata sul loro corpo inseriteli nei rispettivi zoccoli rivolgendo la tacca ad **U** di riferimento verso destra, come visibile nello schema pratico di fig.275.

Completato il montaggio innestate il connettore **maschio** della scheda base **LX.5035** nel connettore **femmina** della scheda **LX.5035/B**.

MONTAGGIO nel MOBILE

Dopo aver aperto il mobile plastico, fissate sul suo piano la scheda base **LX.5035** con le quattro viti autofilettanti che vi forniamo.

Sul pannello posteriore fissate i pulsanti **P1-P2**, poi infilate nel foro in cui deve passare il cordone di rete dei 220 volt il **passacavo** in gomma.
Per evitare che, tirando il cordone, i fili possano fuoriuscire dalla morsettiera a **2 poli**, vi consigliamo di fare un **nodo** sul cordone (vedi fig.284).
Dopo aver **spellato** le estremità del cordone, è sempre buona norma tenere uniti i suoi sottilissimi fili con una goccia di stagno, dopodiché potrete serrarli nella morsettiera.

Ora dovrete collegare i due pulsanti **P1-P2** sul circuito stampato, quindi prendete tre spezzoni di filo poi stagnate le loro estremità sui tre terminali a **spillo** posti alla destra del transistor **TR1** e le opposte estremità sui due pulsanti (vedi fig.275).
Completate tutte queste operazioni non vi rimane che chiudere il mobile, perché il vostro orologio è già pronto per indicarvi le ore e i minuti.

COLLAUDO e MESSA a PUNTO

Appena inserirete la **spina** di alimentazione in una **presa rete** vedrete apparire il numero **00.00** e **lampeggiare** il **punto** decimale presente sul display delle **unità** delle **ore**.
Con il trascorrere dei **minuti** vedrete apparire sui display **00.01** poi **00.02**, **00.03** ecc.

Se pigerete il pulsante **P1** dei **minuti** vedrete i soli numeri dei **minuti** avanzare molto velocemente, mentre se pigerete il pulsante **P2** vedrete avanzare velocemente i soli numeri delle **ore**.
Se tenete premuto il pulsante **P1** dei **minuti** fino ad arrivare al numero **00.59**, al successivo minuto vedrete apparire **01.00** poi **01.01** ecc.
Per mettere a **punto** l'orologio sull'ora **esatta** dovrete pigiare il pulsante **P1** fino a quando non ve-

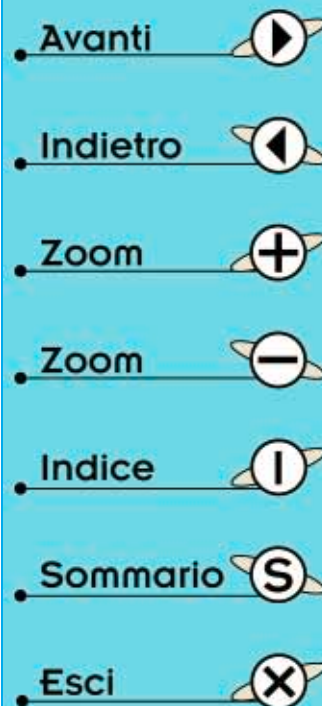
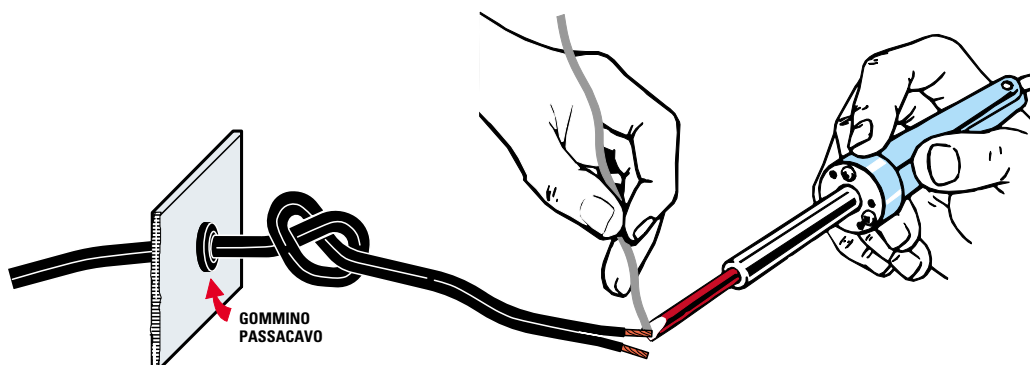



Fig.284 Dopo aver inserito la rondella in gomma nel foro in cui dovrà passare il cordone di rete dei 220 volt (vedi fig.283), fate internamente un nodo per impedire che tirando il cordone questo possa sfilarsi dalla morsettiera. Consigliamo di depositare sui sottilissimi fili del cordone una goccia di stagno prima di serrarli nella sua morsettiera.

drete apparire sui display gli **esatti minuti**, poi pigiate il pulsante **P2** fino a quando non vedrete apparire l'**ora esatta**.
Ammesso che siano le ore **09.15**, pigiate prima il pulsante **P1** fino a far apparire **00.15**, poi pigiate **P2** fino a far apparire **09.15**.

Il massimo **errore** che potrà verificarsi sarà di pochi **secondi**, infatti se quando mettete a punto l'orologio alle **09.15** fossero esattamente le ore **09.15.20** è ovvio che il nostro orologio, risultando molto preciso, passerebbe alle **09.16** quando sono trascorsi i regolari **60 secondi** quindi vi ritrovereste con un **ritardo** di **20 secondi**.
Questi pochi secondi potrebbero, con giusta ragione, **non** soddisfare i lettori più **pignoli**.

Per evitare questo **errore** esiste una sola soluzione: accendere la **TV** e poi passare sul **televideo** e guardare in alto a destra l'**ora esatta** che risulta sempre completa di **minuti** e **secondi**.

Ammesso che siano le **09.59.22**, attendete che si raggiungano le **10.00.00** e in quel preciso istante inserite la **spina** di rete nella presa dei **220 volt**.

Sui display dell'orologio apparirà **00.00** e in questo modo avrete perfettamente **sincronizzato** il tempo sui **secondi** e sui **minuti**.
A questo punto dovrete pigiare il solo pulsante **P2** delle **ore** fino a far apparire il numero **10.00**.

Come già sapete, se viene a **mancare** la corrente elettrica o se portate l'orologio in un'altra stanza, **perderete** l'ora e i minuti, quindi dovrete nuovamente pigiare i pulsanti **P1** e **P2** fino a far apparire l'ora **esatta**.

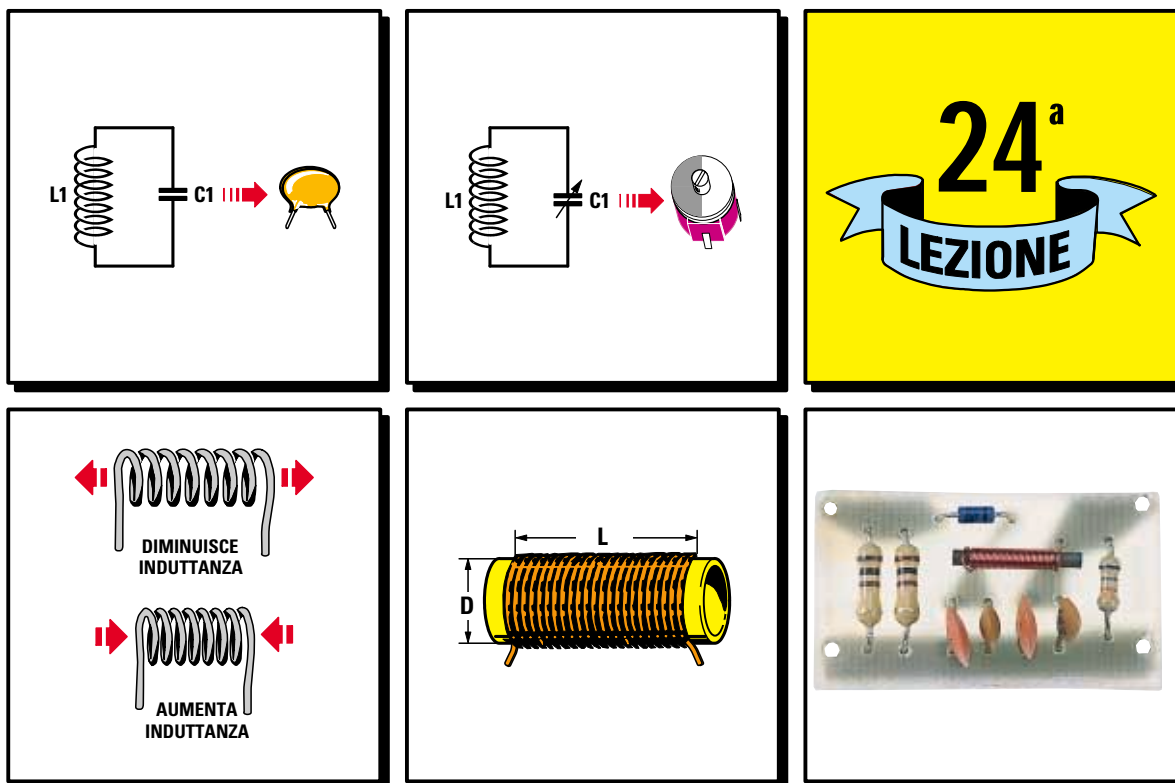
CONCLUSIONE

Vedere funzionare un orologio costruito con le proprie mani è una soddisfazione inappagabile, e con giusto orgoglio potrete mostrarlo ai vostri amici che non riusciranno a credere che, solo dopo pochi mesi di studio e partendo da **zero**, siete riusciti ad ottenere questi positivi e visibili risultati.
Poiché ci sarà qualche vostro amico o parente che vorrebbe averlo, potreste venderglielo ad un prezzo **maggiorato**, perché i **tecnici**, anche se principianti, vanno sempre pagati (dopo ne potrete costruire un altro) ed in questo modo entrerà nelle vostre tasche il vostro **primo guadagno** da tecnico elettronico.

COSTO di REALIZZAZIONE

Costo di tutti i componenti per realizzare l'orologio digitale completo del circuito stampato **LX.5035/B** per fissare i quattro Display **verdi** delle dimensioni di 24x35 mm (vedi fig.274) e del circuito stampato **LX.5035** per fissare tutti i componenti visibili in fig.275, **escluso** il solo mobile plastico che forniamo solo su richiesta
Lire 100.000 Euro 51,65

Costo del mobile plastico **MO.5035** completo delle mascherine forate e serigrafate e dello schermo plastico verde fissato sul frontale
Lire 18.000 Euro 9,30

Costo del solo circuito stampato **LX.5035/B**
Lire 6.900 Euro 3,56
Costo del solo circuito stampato **LX.5035**
Lire 21.500 Euro 10,85

imparare l' ELETTRONICA *partendo da* ZERO

Nel campo della **trasmissione** i giovani, con la loro insaziabile sete di sapere, sono sempre alla ricerca di testi che insegnino come si progetta o si costruisce un **trasmettitore**, ma quei pochi libri che si riescono a reperire sull'argomento, non soddisfano le loro esigenze perchè risultano troppo teorici e pieni di **complesse** formule matematiche.

I giovani desiderano un linguaggio semplice, che permetta di comprendere molto velocemente come funziona un **trasmettitore** e, proprio per soddisfare questo desiderio, iniziamo con il presentare un **oscillatore** di **alta frequenza**, cioè lo stadio base che fa funzionare un qualsiasi trasmettitore.

Come avrete modo di constatare voi stessi, l'**alta frequenza** non è poi così difficile come molti sostengono perchè, quando vi avremo svelato tutti i segreti indispensabili per praticarla, sarete in grado di realizzare da soli un qualsiasi **trasmettitore**.

Cominciamo dunque facendovi montare un minuscolo **trasmettitore** in **FM** e grande sarà la vostra soddisfazione nel constatare che inviare a distanza una voce o dei suoni è più semplice di quanto possiate supporre.

Per consentirvi di diventare dei veri **esperti** in **RF**, nella Lezione successiva vi presenteremo gli **oscillatori** a **quarzo**, poi un ricevitore **supereterodina**, infine gli **amplificatori** di **potenza**.

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

Fin dall’epoca primitiva l’uomo ha sempre cercato un mezzo per comunicare a lunghe distanze e il primo a risolvere questo problema non fu, come molti potrebbero supporre, l’**uomo bianco**.

Infatti, i primi esploratori del continente africano scoprirono che gli indigeni inviavano a distanza i loro messaggi percuotendo dei tronchi d’albero.

I pionieri che attraversavano il Nord America notarono che i pellirosse avvisavano la loro tribù della presenza di una mandria di bufali o del temuto viso pallido, usando delle nuvole di fumo.

L’uomo bianco, che si considerava il più progredito, se voleva comunicare a grandi distanze, doveva servirsi di **piccioni** viaggiatori.
Solo dopo l’invenzione del **telefono** entrò in possesso di un mezzo di comunicazione molto valido, che presentava un solo inconveniente, quello di dover stendere dei chilometri di fili e di poter quindi essere usato sulla terraferma, ma non per comunicare con le navi che solcavano i mari.

Nell’anno **1895** con l’invenzione della **radio** si trovò finalmente la soluzione a questo problema.

Oggi basta acquistare una piccola **radio** al cui interno è presente una manciata di **transistors** per riuscire a captare musica, notiziari, messaggi, ecc., trasmessi a distanza di migliaia di chilometri o un minuscolo **telefono cellulare** per comunicare con qualsiasi luogo della superficie terrestre.

Se, grazie alla **radio**, la voce dell’uomo non conosce più ostacoli, è necessario che i giovani che studiano elettronica sappiano come si può **ricevere** un segnale radio, ma anche come lo si può **trasmettere** e a questo argomento dedicheremo diverse Lezioni.

Ancora oggi molti considerano l’**alta frequenza** difficile, solo perchè non riescono a trovare dei validi testi che spieghino in modo semplice e comprensibile tutto quello che bisogna sapere.

Vi sono riviste che **vorrebbero** insegnare, ma non avendo una adeguata competenza tecnica, **copiano** schemi da pubblicazioni straniere e, senza provarli, li “danno in pasto” ai lettori.

Coloro che dopo aver montato questi circuiti si accorgono che **non** funzionano e fiduciosi si rivolgono a queste riviste per avere un aiuto, quasi sempre si sentono rispondere che per fare dell’**alta frequenza** bisogna essere molto **esperti** e disporre di

Fig.285 Gli indigeni dell’Africa per inviare a distanza i loro messaggi, hanno sempre usato dei tronchi d’albero come tamburi.

Fig.286 I pellirosse, per avvisare le tribù amiche della presenza del temuto viso pallido, usavano delle nuvole di fumo.

Fig.287 Il telefono venne usato la prima volta, in America, all’inizio del 1877 e in Italia negli anni 1878-1879.

costosi strumenti di misura, come ad esempio un **frequenzimetro**, un **analizzatore** di **spettro** e un **oscilloscopio**, strumenti che un principiante solitamente non possiede.

Sfiduciati da questo **primo** insuccesso, quasi tutti abbandonano l'**alta frequenza** senza pensare che la causa di questo loro fallimento è da attribuirsi solo a quanti pubblicano questi schemi **errati** e non sanno dare, a chi li chiede, nessun utile consiglio per farli funzionare.

Gli strumenti di misura che abbiamo citato sono utili ma **non** strettamente necessari, infatti i **primi** tecnici che costruirono dei trasmettitori **non** disponevano di questi strumenti, perchè ancora non erano stati inventati, quindi eseguivano tutte le misure usando un comune **tester** così come ora vi insegneremo a fare.

Se seguirete queste nostre Lezioni vi accorgerete che è più facile realizzare un **trasmettitore** che un **ricevitore** o un **amplificatore BF**.

LO STADIO OSCILLATORE RF

Per realizzare un qualsiasi trasmettitore è necessario partire da un **oscillatore** che riesca a generare un segnale di **alta frequenza**.

Ammesso che si voglia trasmettere sulle **Onde Medie**, bisogna innanzitutto realizzare uno stadio **oscillatore RF** che generi queste frequenze.

Se si vuole trasmettere sui **14,5 megahertz**, cioè sulla gamma delle **Onde Corte**, è necessario realizzare uno stadio oscillatore che generi un segnale **RF** sulla frequenza di **14,5 MHz**.

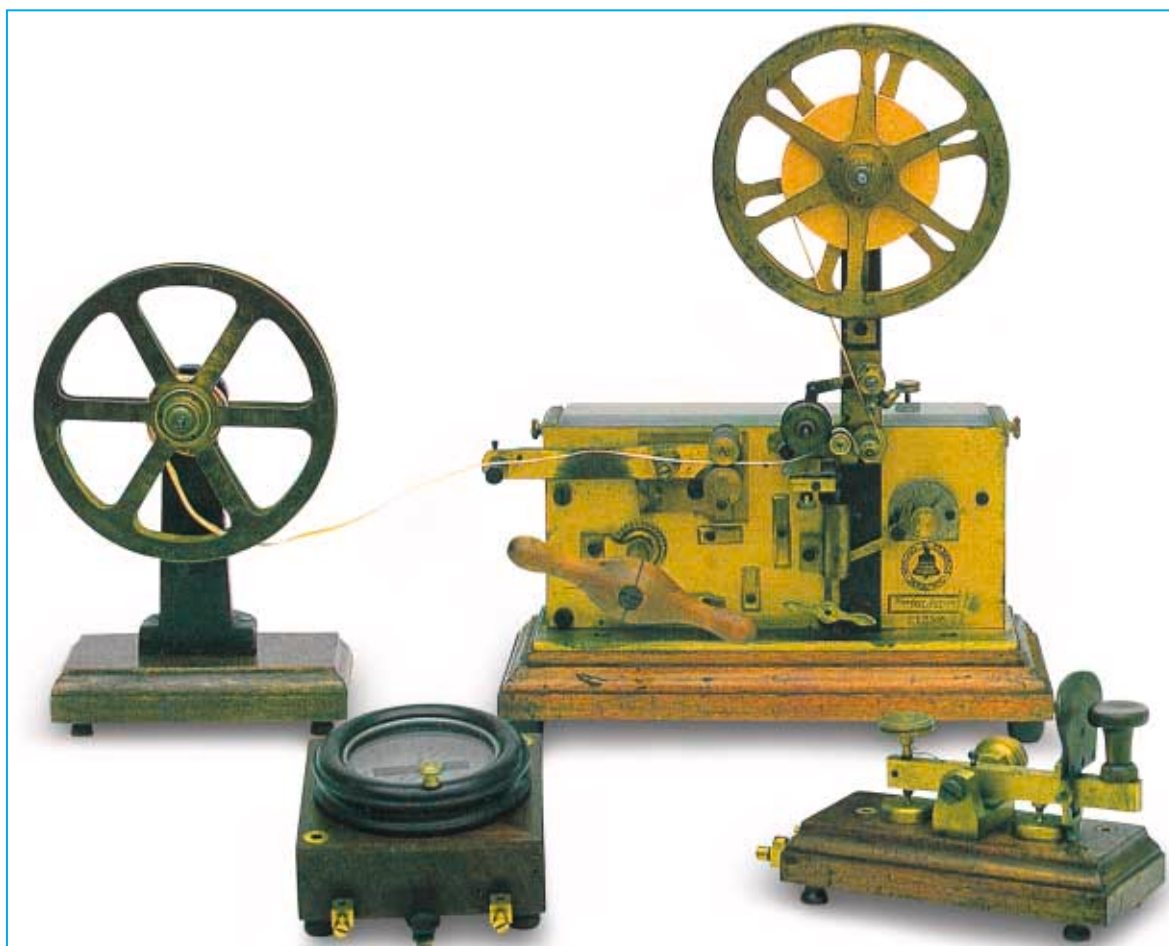



Fig.288 Prima dell'invenzione del telefono, l'uomo bianco comunicava a distanza con il telegrafo, trasmettendo dei punti e delle linee (alfabeto Morse). La prima linea telegrafica fu inaugurata negli Stati Uniti d'America tra Washington e Baltimora il 24 maggio 1844, mentre la prima linea italiana fu realizzata tra le città di Livorno-Pisa-Firenze nel 1846-1848.

Per trasmettere sulla gamma degli **88-108 MHz** bisogna realizzare uno stadio oscillatore che riesca a generare tali frequenze.

Poichè la **potenza** erogata da uno stadio **oscillatore** è irrisoria, per **aumentarla** è sufficiente aggiungere degli stadi **amplificatori** di **potenza**, come in pratica si fa anche per gli **amplificatori** di **bassa frequenza**.

Infatti, se in **bassa frequenza** amplifichiamo il segnale captato da un **microfono** con un solo transistor, questo **non** sarà mai in grado di fornire in uscita una **potenza** sufficiente per pilotare un altoparlante da **30 watt** o da **5 watt**.

Per pilotare un **altoparlante** è necessario amplificare il segnale captato dal **microfono** con transistor di **potenza** fino ad ottenere i **watt** richiesti.

Sapendo che gli **stadi oscillatori** forniscono in uscita pochi **milliwatt**, per realizzare un trasmettitore da **3** o **50 watt** occorre amplificare questo segnale con dei transistor di **potenza** fino ad ottenere i **watt** richiesti.

SCELTA del transistor OSCILLATORE

Per realizzare uno stadio oscillatore bisogna scegliere dei transistor che abbiano un **guadagno** non inferiore a **50 volte**.
Se si scelgono dei transistor con un **guadagno minore** di **50** si otterrà **minore potenza**.

Per conoscere il **guadagno** di un transistor potete utilizzare il kit siglato **LX.5014** che vi abbiamo presentato nella **Lezione N.13**.

Oltre al **guadagno** è necessario scegliere un transistor con una **frequenza** di **taglio** maggiore rispetto alla frequenza che si desidera generare.

La frequenza di **taglio** è la frequenza **limite** che il transistor è in grado di **amplificare**.

Se nelle caratteristiche di un transistor è indicato che la sua **frequenza** di **taglio** si aggira intorno ai **30 MHz**, potremo realizzare uno stadio oscillatore in grado di generare qualsiasi frequenza, partendo da **0,01 MHz** fino ad arrivare ad un massimo di **29 MHz**, ma non riusciremo mai a farlo oscillare su una frequenza superiore ai **30 MHz**.

Per realizzare uno stadio oscillatore che generi una frequenza di **150 MHz**, dovremo scegliere un transistor che abbia una **frequenza** di **taglio** superiore a **200 MHz**.

La **frequenza** di **taglio** di un transistor può essere paragonata alla **velocità massima** che può raggiungere un'**auto**.

Se abbiamo un'auto che raggiunge una velocità massima di **90 Km/h**, potremo viaggiare ad una velocità di **30-50-80 Km/h**, ma non riusciremo mai a superare i **90 Km/h**.

Se abbiamo un'auto che raggiunge una velocità massima di **200 Km/h**, potremo viaggiare a **30-50-80 Km/h** e raggiungere i **195 Km/h**, ma non riusciremo mai a superare i **200 Km/h**.

LA FREQUENZA di TRASMISSIONE

La **frequenza** di trasmissione è determinata dal **circuito** di **sintonia** (vedi fig.289) composto da una **induttanza** e da una **capacità**.

Se per conoscere la **capacità** di un condensatore basta leggere il valore in **picofarad** stampigliato sul suo corpo, conoscere il valore in **microhenry** di una bobina è un po' più difficile.

Infatti, se non si dispone di un **impedenzimetro digitale**, vi è un'unica possibilità, e cioè calcolare il valore in **microhenry** utilizzando le **formule** e gli esempi che riportiamo a fine articolo.

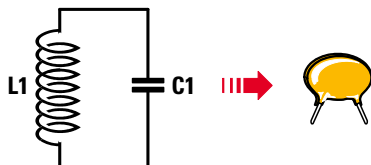



Fig.289 Per sintonizzare una frequenza occorre un circuito composto da una induttanza (bobina L1) con in parallelo una capacità (vedi condensatore C1).

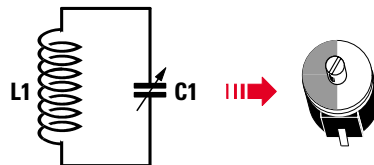
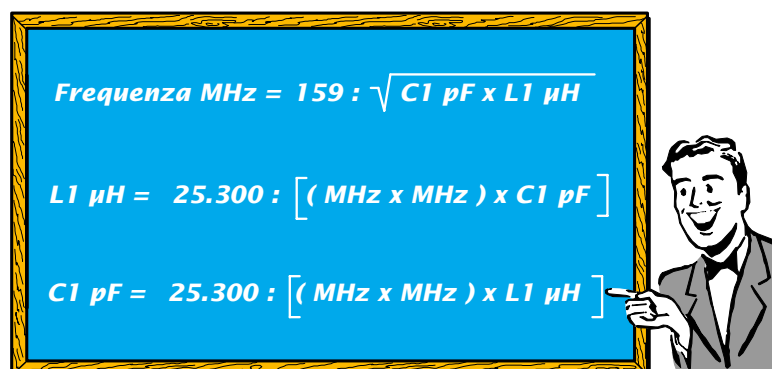



Fig.290 Anzichè usare un condensatore con una capacità fissa, in tutti i circuiti di sintonia si applica in parallelo alla bobina una capacità variabile (compensatore).

Fig.291 In questa lavagna, tutte le formule per ricavare il valore di Frequenza, Capacità ed Induttanza.

L'INDUTTANZA e la CAPACITÀ

Conoscendo il valore in **microhenry** della bobina **L1** e il valore in **picofarad** del condensatore **C1** posto in parallelo (vedi fig.289), è possibile calcolare con buona approssimazione la **frequenza** generata utilizzando la formula:

frequenza MHz = 159 : $\sqrt{\text{C1 pF x L1 }\mu\text{H}}$

Conoscendo il valore in **megahertz** della frequenza che si vuole generare e il valore in **picofarad** del condensatore **C1**, è possibile calcolare con una buona approssimazione il valore della bobina in **microhenry** utilizzando la formula:

L1 µH = 25.300 : [(MHz x MHz) x C1 pF]

Conoscendo il valore in **megahertz** della frequenza che si vuole generare e il valore in **microhenry** della bobina **L1**, è possibile calcolare con una buona approssimazione il valore in **picofarad** del condensatore utilizzando la formula:

C1 pF = 25.300 : [(MHz x MHz) x L1 µH]

Nota: il simbolo **µH** significa **microhenry**, mentre il simbolo **pF** significa **picofarad**.

Ammettiamo ora di voler realizzare uno stadio oscillatore che generi una frequenza di **90 MHz** scegliendo un condensatore da **30 pF**.

Come prima operazione dovremo calcolare il valore della induttanza **L1** con la formula:

L1 µH = 25.300 : [(MHz x MHz) x C1 pF]

eseguendo questo calcolo otterremo:

25.300 : [(90 x 90) x 30] = 0,1 microhenry

Quindi con una bobina da **0,1 microhenry** con in parallelo un condensatore da **30 picofarad** otterremo in via **teorica** questa frequenza:

159 : $\sqrt{30 \text{ x } 0{,}1}$ = 91,79 MHz

Il valore di **frequenza** ricavato da un calcolo matematico è sempre molto **approssimativo**, perchè bisogna tenere presente che i condensatori hanno delle **tolleranze** che si aggirano intorno al **10%** e che nel montaggio esistono sempre delle **capacità parassita** di valore **sconosciuto**.

Ammettendo che le **capacità parassita** risultino di **5 pF**, sommandole a quelle del **condensatore** otterremo **35 pF** circa e con questa capacità **totale** lo stadio oscillatore genererà una frequenza di:

159 : $\sqrt{35 \text{ x } 0{,}1}$ = 84,98 MHz

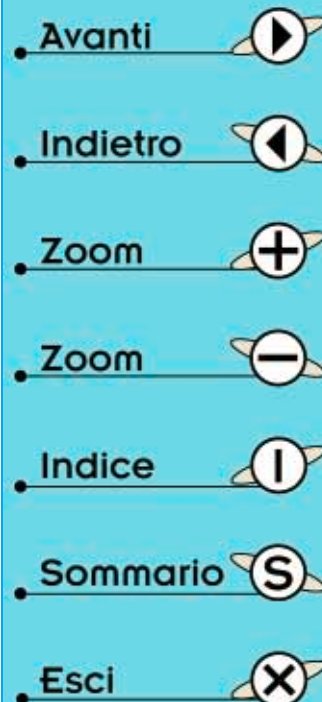
Poichè è alquanto difficile conoscere il valore delle **capacità parassita**, in tutti i circuiti di sintonia **non** si inserisce mai una capacità **fissa**, bensì un **compensatore variabile** (vedi fig.290), che può essere tarato fino a sintonizzarsi sulla **frequenza** richiesta.

I SEGRETI DEGLI OSCILLATORI

Gli oscillatori che permettono di **variare** la frequenza agendo sul **compensatore** posto in parallelo alla **bobina** vengono chiamati **VFO**, sigla che significa **V**ariable **F**requency **O**scillator.

Nelle figg.298-301 sono riprodotti dei classici schemi di oscillatori da usare con i **transistor**, mentre nelle figg.302-305 gli equivalenti schemi da usare con i **fet**. Come potete notare, gli schemi sono semplici, ma per farli funzionare bisogna rispettare alcune regole fondamentali:

1° - Collegare il **compensatore** di accordo, che può

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

anche essere sostituito con un **diodo varicap**, molto vicino ai due terminali della **bobina**.

2° - Tenere **molto corti** i collegamenti tra la bobina di sintonia **L/C** e quelli del transistor quando si lavora su frequenze superiori a **15 MHz**.

3° - Le estremità delle resistenze e dei condensatori che vanno collegate a **massa**, non devono essere collegate a caso ad una qualsiasi pista di massa (vedi fig.293), perchè lo stadio potrebbe generare una infinità di frequenze spurie.
Pertanto, tutti i componenti presenti in uno stadio oscillatore devono essere collegati ad un'unica pista di **massa**. In fig.294 vi proponiamo un esempio in cui il condensatore **C4** è collegato alla pista di massa di **L1-C1-R1**.

4° - Se la bobina di sintonia è provvista di un **nucleo ferromagnetico**, questo andrà sempre inserire nel **lato freddo** della bobina. Per **lato freddo** si intende il **lato** in cui il filo terminale della bobina è collegato a **massa** (fig.295). Se la bobina è collegata al **C**ollettore del transistor, il **lato freddo** è quello in cui il suo filo terminale è collegato al **positivo** della tensione di alimentazione (vedi fig.296).
Inserendo questo nucleo nel lato opposto, l'oscillatore funzionerà ugualmente, ma **aumenterà** la corrente di assorbimento del transistor e non il suo **rendimento**.

5° - Se il **VFO** viene usato per pilotare dei transistor di **potenza** è sempre consigliabile farlo seguire da uno stadio **separatore** costituito da un fet o un transistor. Questo stadio **separatore**, che **non** amplifica il segnale, serve solo a non **sovraccaricare** lo stadio oscillatore. Se il segnale generato viene amplificato con dei transistor di **potenza**, sarebbe sempre consigliabile racchiudere lo stadio oscillatore entro una piccola **scatola metallica** in modo da **schermarlo**; in questo modo si eviterà che la **bobina** oscillatrice capti per via induttiva il segnale **RF** presente sull'uscita del **finale** di **potenza** rendendo il circuito instabile.

6° - Al **transistor** o **fet** utilizzati nello stadio oscillatore **non** bisogna mai far assorbire delle correnti **elevate**. La **corrente** di un **transistor** oscillatore deve aggirarsi intorno ai **10-12 mA**, mentre quella di un **fet** oscillatore intorno ai **9-10 mA**.

SCHEMI di VFO

Nelle pagine seguenti vi proponiamo alcuni schemi elettrici di diversi **VFO**, che una volta montati funzioneranno all'istante.
Se lo stadio oscillatore utilizza un **transistor** dovrete ruotare il cursore del **trimmer** fino a fargli assorbire **10-11 mA**, mentre se lo stadio oscillatore

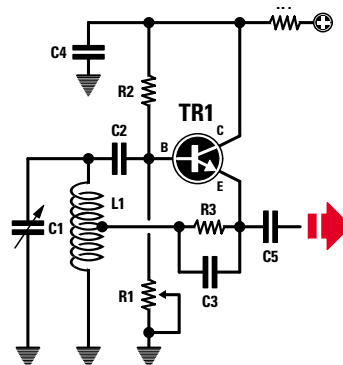



Fig.292 In uno schema elettrico, tutti i punti di Massa vengono sempre collocati vicino ai componenti, per evitare complessi intrecci di fili che renderebbero lo schema elettrico poco leggibile.

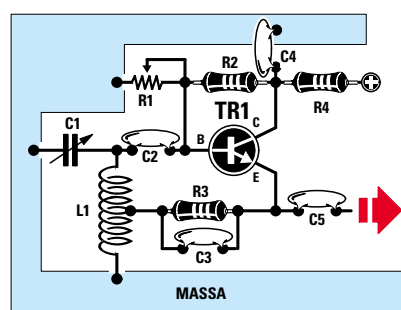



Fig.293 In uno stadio oscillatore o amplificatore RF, non si dovrebbero mai collegare a punti di massa molto distanziati i terminali dei condensatori o resistenze, perchè il circuito potrebbe autoscillare.

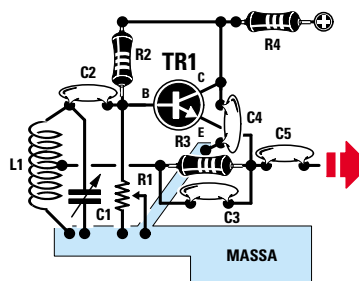



Fig.294 Tutte le estremità delle resistenze o dei condensatori presenti nello stadio oscillatore, vanno collegate ad un'unica pista di massa (vedi R1-C4).

utilizza un **fet** dovrete ruotare il cursore del **trimmer** fino a fargli assorbire **6-7 mA**.

Sotto ad ogni schema abbiamo riportato anche il valore di tensione che leggeremo sulla **sonda di carico LX.5037** collegata all'uscita dello stadio oscillatore (vedi fig.315).

La **Tabella N.15** vi sarà molto utile per sapere quali **frequenze** minime e massime riuscirete ad ottenere utilizzando una **bobina** con i **microhenry** riportati nella **2°** colonna e collegando in parallelo a questa un **compensatore** che abbia la **capacità** massima riportata nella **3°** colonna.

Per agevolarvi, nelle altre colonne abbiamo indicato il **diametro** del supporto, il numero delle **spire** da avvolgere, il diametro del **filo** e la **lunghezza** totale dell'avvolgimento.

Per avvolgere le bobine potrete utilizzare anche un supporto con un **diametro** diverso da quello consigliato e lo stesso dicasi per il **diametro** del filo di rame. Se sceglierete un diametro **minore** dovrete avvolgere **più spire**, mentre se userete un diametro **maggiore** dovrete avvolgere **meno spire**.

Se dopo aver realizzato la bobina, constaterete che lo stadio oscillatore non riesce a raggiungere la frequenza **più alta**, dovrete **togliere** dalla bobina qualche spira, se invece non riesce a scendere sulla frequenza più **bassa**, potrete risolvere il problema applicando in parallelo al compensatore un **condensatore** ceramico da **10-18-22 pF**.

Se la bobina ha le spire **spaziate**, per scendere di frequenza è sufficiente **restringere** la spaziatura e per salire in frequenza è sufficiente **allargare** la spaziatura tra spira e spira (vedi fig.297).

Se userete un supporto con **nucleo ferromagnetico** (vedi figg.295-296), ricordatevi che più avviterete questo nucleo all'interno della bobina più **aumenterà** il valore dei **microhenry**.

Fig.295 Il lato freddo di questa bobina è quello collegato a Massa e il lato caldo è quello collegato alla Base.

Fig.296 Il lato freddo di questa bobina è quello collegato al + e il lato caldo è quello collegato al Collettore.

Fig.297 Se avvolgete delle bobine con spire spaziate, ricordatevi che allargando la spaziatura il valore della induttanza DIMINUISCE, mentre restringendola il valore della induttanza AUMENTA.

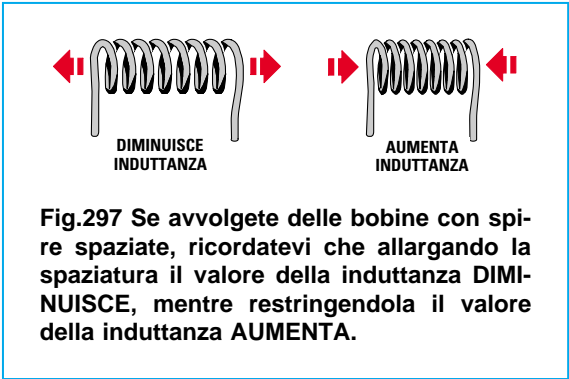
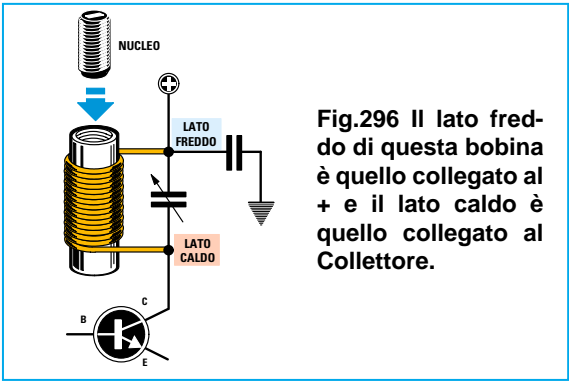
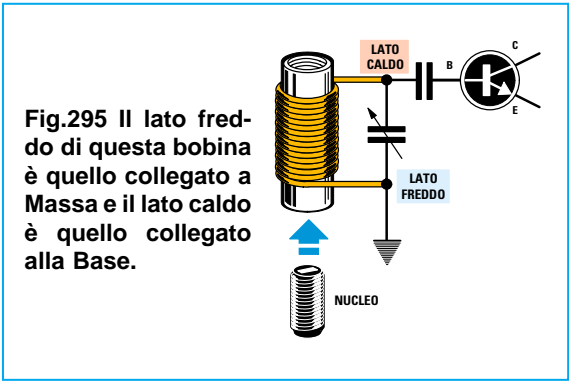
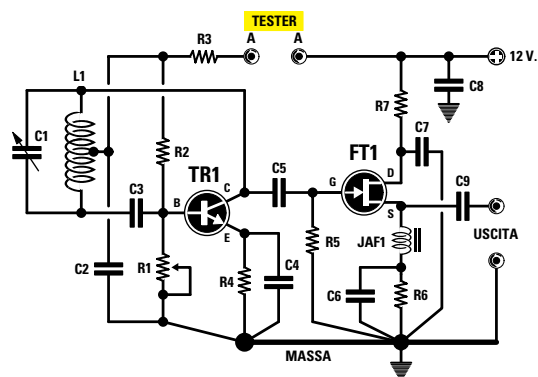



TABELLA N.15

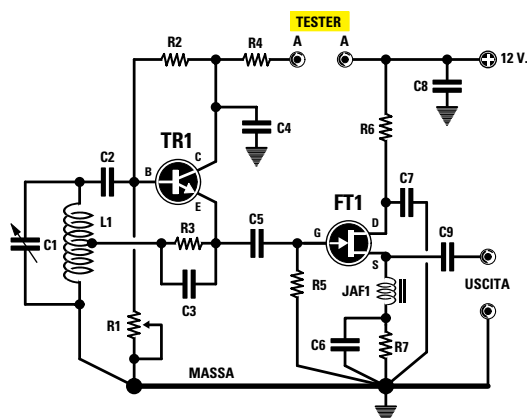
Gamma di frequenza	valore induttanza	capacità massima	diametro bobina	numero spire	diametro filo rame	lunghezza avvolgimento
5-13 MHz	9,0-10 µH	100 pF	12 mm	43	0,7 mm	28-29 mm
9-21 MHz	3,0-4,0 µH	100 pF	12 mm	19	0,7 mm	12-13 mm
17-34 MHz	1,6-2,0 µH	50 pF	10 mm	14	0,8 mm	10-11 mm
30-80 MHz	0,5-0,6 µH	50 pF	7 mm	10	1,0 mm	17-18 mm
75-110 MHz	0,2-0,3 µH	15 pF	7 mm	6	1,0 mm	10-11 mm
100-150 MHz	0,1-0,2 µH	15 pF	6 mm	5	1,0 mm	8-9 mm

OSCILLATORE (Fig.298)

ELENCO COMPONENTI

R1 = 20.000 ohm trimmer
R2 = 56.000 ohm
R3 = 100 ohm
R4 = 100 ohm
R5 = 100.000 ohm
R6 = 100 ohm
R7 = 22 ohm
C1 = vedi Tabella N.1
C2 = 10.000 pF ceramico
C3 = 27 pF ceramico
C4 = 47 pF ceramico
C5 = 22 pF ceramico
C6 = 1.000 pF ceramico
C7 = 10.000 pF ceramico
C8 = 10.000 pF ceramico
C9 = 1.000 pF ceramico
L1 = vedi Tabella N.1
JAF1 = impedenza RF
TR1 = transistor NPN tipo 2N.2222
FT1 = fet tipo U.310 o equivalente

Da questo oscillatore è possibile prelevare, su una sonda di carico da **50 ohm**, una tensione **RF** che può variare da **0,8** a **1,1 volt**.
Un capo del condensatore **C2** va posto vicinissimo alla presa **centrale** della bobina **L1** e l'altro capo ad una presa di **massa** molto vicina alla resistenza **R1** e al condensatore **C4**.

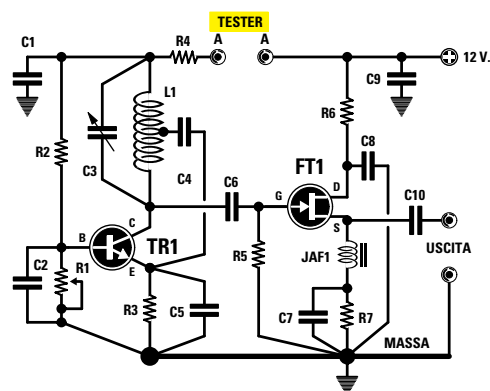
Se realizzate questo oscillatore per frequenze inferiori a **80 MHz**, si riesce ad aumentare il suo rendimento sostituendo il condensatore **C4** da **47 pF** con uno da **220 pF**. Se realizzate questo oscillatore per frequenze maggiori di **90 MHz**, il rendimento aumenterà sostituendo questo condensatore con uno da **22 pF**.

OSCILLATORE (Fig.299)

ELENCO COMPONENTI

R1 = 20.000 ohm trimmer
R2 = 56.000 ohm
R3 = 100 ohm
R4 = 100 ohm
R5 = 100.000 ohm
R6 = 22 ohm
R7 = 100 ohm
C1 = vedi Tabella N.1
C2 = 27 pF ceramico
C3 = 22 pF ceramico
C4 = 10.000 pF ceramico
C5 = 22 pF ceramico
C6 = 1.000 pF ceramico
C7 = 10.000 pF ceramico
C8 = 10.000 pF ceramico
C9 = 1.000 pF ceramico
L1 = vedi Tabella N.1
JAF1 = impedenza RF
TR1 = transistor NPN tipo 2N.2222
FT1 = fet tipo U.310 o equivalente

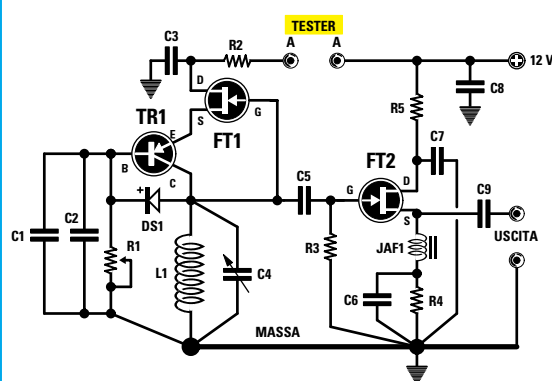
Da questo oscillatore è possibile prelevare, su una sonda di carico da **50 ohm**, una tensione **RF** che può variare da **0,8** a **1,0 volt**.
A differenza del precedente oscillatore, la presa **centrale** della bobina **L1** va collegata alla resistenza **R3** e al condensatore **C3** che alimenta l'**E**mettitore del transistor.

Se realizzate questo oscillatore per generare frequenze inferiori a **80 MHz**, potete aumentare il suo rendimento sostituendo il condensatore **C3** da **22 pF** con uno da **220 pF**.
Per il numero di spire della bobina **L1** e per la capacità del compensatore **C1** potete utilizzare i valori riportati nella **Tabella N.15**.

OSCILLATORE (Fig.300)

ELENCO COMPONENTI

R1 = 20.000 ohm trimmer
R2 = 56.000 ohm
R3 = 100 ohm
R4 = 100 ohm
R5 = 100.000 ohm
R6 = 22 ohm
R7 = 100 ohm
C1 = 10.000 pF ceramico
C2 = 10.000 pF ceramico
C3 = vedi Tabella N.1
C4 = 22 pF ceramico
C5 = 330 pF ceramico
C6 = 22 pF ceramico
C7 = 1.000 pF ceramico
C8 = 10.000 pF ceramico
C9 = 10.000 pF ceramico
C10 = 1.000 pF ceramico
L1 = vedi Tabella N.1
JAF1 = impedenza RF
TR1 = transistor NPN tipo 2N.2222
FT1 = fet tipo U.310 o equivalente

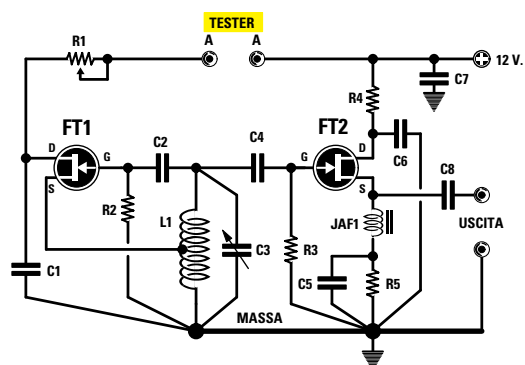
Da questo oscillatore è possibile prelevare, su una sonda di carico da **50 ohm**, una tensione **RF** che può variare da **1,0** a **1,2 volt**.
La presa **centrale** della bobina **L1** va collegata, tramite il condensatore **C4**, sull'**E**mettitore del transistor **TR1**.
In questo oscillatore, che ha un rendimento superiore ad ogni altro, è alquanto critico il valore del condensatore **C5** collegato tra l'**E**mettitore e la **massa**.
Se realizzate questo oscillatore per generare frequenze inferiori a **15 MHz**, sostituite il condensatore **C5** da **330 pF** con uno da **1.000 pF**. Se realizzate questo oscillatore per frequenze superiori a **70 MHz**, sostituitelo con uno da **100 pF**.

OSCILLATORE (Fig.301)

ELENCO COMPONENTI

R1 = 20.000 ohm trimmer
R2 = 100 ohm
R3 = 100.000 ohm
R4 = 100 ohm
R5 = 22 ohm
C1 = 10.000 pF ceramico
C2 = 100 pF ceramico
C3 = 10.000 pF ceramico
C4 = vedi Tabella N.1
C5 = 22 pF ceramico
C6 = 1.000 pF ceramico
C7 = 10.000 pF ceramico
C8 = 10.000 pF ceramico
C9 = 1.000 pF ceramico
L1 = vedi Tabella N.1
JAF1 = impedenza RF
DS1 = diodo schottky BAR.10
TR1 = transistor PNP BFY.71-BSX.29
FT1-FT2 = fet tipo U.310

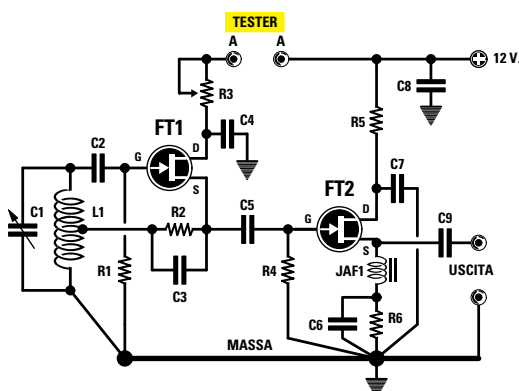
Da questo oscillatore è possibile prelevare, su una sonda di carico da **50 ohm**, una tensione **RF** che può variare da **0,6** a **0,8 volt**.
A differenza degli altri oscillatori, questo richiede un transistor **PNP**, due **fet** e una bobina senza presa **centrale**.

Una caratteristica che presenta questo oscillatore è quella di richiedere una bobina con una **minore induttanza**, vale a dire con meno spire rispetto a quanto indicato nella **Tabella N.15**.
Per ridurre il valore della induttanza delle bobine che hanno solo **4-5 spire**, è sufficiente aumentare la **spaziatura** tra spira e spira oppure ridurre il diametro del supporto.

OSCILLATORE (Fig.302)

ELENCO COMPONENTI

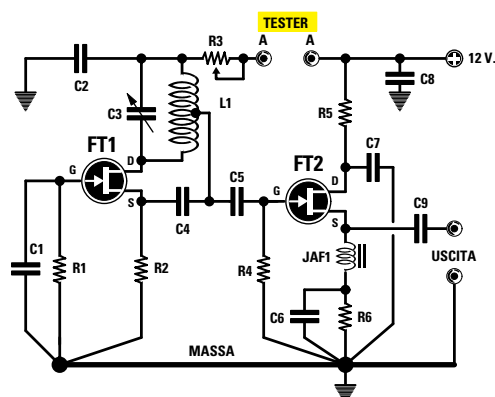
R1 = 2.000 ohm trimmer
R2 = 100.000 ohm
R3 = 100.000 ohm
R4 = 22 ohm
R5 = 100 ohm
C1 = 10.000 pF ceramico
C2 = 27 pF ceramico
C3 = vedi Tabella N.1
C4 = 22 pF ceramico
C5 = 1.000 pF ceramico
C6 = 10.000 pF ceramico
C7 = 10.000 pF ceramico
C8 = 1.000 pF ceramico
L1 = vedi Tabella N.1
JAF1 = impedenza RF
FT1-FT2 = fet tipo U.310

Da questo oscillatore che utilizza **2 fet** è possibile prelevare, su una sonda di carico da **50 ohm**, una tensione **RF** che può variare da **1,4** a **1,6 volt**.
In questo circuito, un capo del condensatore **C1** va posto sul terminale **D**rain del fet **FT1** e l'altro capo allo stesso punto di **massa** dov'è collegata la resistenza **R2** di **G**ate.
Dopo aver collegato il **tester** commutato sulla portata **milliamper** ai terminali **A-A**, dovete ruotare il trimmer **R1** fino a far assorbire al fet **FT1** una corrente di **7 mA** circa.
Dopo aver regolato la corrente, togliete il tester e cortocircuitate i due terminali **A-A** con un corto spezzone di filo di rame nudo.

OSCILLATORE (Fig.303)

ELENCO COMPONENTI

R1 = 100.000 ohm
R2 = 220 ohm
R3 = 2.000 ohm trimmer
R4 = 100.000 ohm
R5 = 22 ohm
R6 = 100 ohm
C1 = vedi Tabella N.1
C2 = 22 pF ceramico
C3 = 27 pF ceramico
C4 = 10.000 pF ceramico
C5 = 22 pF ceramico
C6 = 1.000 pF ceramico
C7 = 10.000 pF ceramico
C8 = 10.000 pF ceramico
C9 = 1.000 pF ceramico
L1 = vedi Tabella N.1
JAF1 = impedenza RF
FT1-FT2 = fet tipo U.310

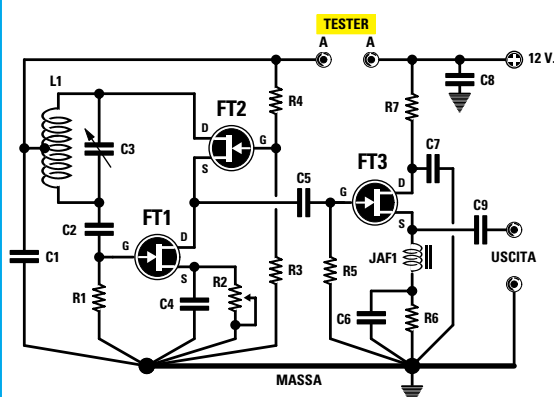
Da questo oscillatore è possibile prelevare, su una sonda di carico da **50 ohm**, una tensione **RF** che può variare da **1,3** a **1,4 volt**.
Anche in questo circuito, un capo del condensatore **C4** va posto vicinissimo al terminale **D**rain del fet **FT1** e l'altro capo sullo stesso punto di **massa** al quale è collegata la resistenza **R1** di **G**ate.
Dopo aver collegato il **tester** commutato sulla portata **milliamper** ai terminali **A-A**, ruotate il trimmer **R3** fino a far assorbire al fet **FT1** una corrente di **7 mA** circa.
Sulla presa **centrale** della bobina **L1** va collegata la resistenza **R2** e il condensatore **C3** collegato al terminale **S**ource del fet **FT1**.

OSCILLATORE (Fig.304)

ELENCO COMPONENTI

R1 = 100.000 ohm
R2 = 220 ohm
R3 = 2.000 ohm trimmer
R4 = 100.000 ohm
R5 = 22 ohm
R6 = 100 ohm
C1 = 10.000 pF ceramico
C2 = 10.000 pF ceramico
C3 = vedi Tabella N.1
C4 = 33 pF ceramico
C5 = 100 pF ceramico
C6 = 1.000 pF ceramico
C7 = 10.000 pF ceramico
C8 = 10.000 pF ceramico
C9 = 1.000 pF ceramico
L1 = vedi Tabella N.1
JAF1 = impedenza RF
FT1- FT2 = fet tipo U.310

Da questo oscillatore è possibile prelevare, su una sonda di carico da **50 ohm**, una tensione **RF** che può variare da **1,2** a **1,4 volt**.
In questo circuito, tra la presa **centrale** della bobina e il **S**ource del fet **FT1**, è inserito un condensatore da **33 pF** (vedi **C4**).

Se realizzate l'oscillatore per frequenze al di sotto dei **50 MHz**, consigliamo di sostituirlo con uno da **47 pF** mentre se lo realizzate per frequenze al di sopra dei **50 MHz** vi consigliamo di utilizzare una capacità di **22 pF**.
Collegato il **tester** ai terminali **A-A**, ruotate il trimmer **R3** fino a far assorbire al fet **FT1** una corrente di **10 mA** circa.

OSCILLATORE (Fig.305)

ELENCO COMPONENTI

R1 = 100.000 ohm
R2 = 20.000 ohm trimmer
R3 = 100.000 ohm
R4 = 100.000 ohm
R5 = 100.000 ohm
R6 = 100 ohm
R7 = 22 ohm
C1 = 10.000 pF ceramico
C2 = 100 pF ceramico
C3 = vedi Tabella N.1
C4 = 10.000 pF ceramico
C5 = 22 pF ceramico
C6 = 1.000 pF ceramico
C7 = 10.000 pF ceramico
C8 = 10.000 pF ceramico
C9 = 1.000 pF ceramico
L1 = vedi Tabella N.1
JAF1 = impedenza RF
FT1-FT2-FT3 = fet tipo U.310

Da questo oscillatore che utilizza **3 fet** è possibile prelevare, su una sonda di carico da **50 ohm**, una tensione **RF** variabile da **1,4** a **1,5 volt**.
Questo oscillatore ha qualche difficoltà ad oscillare su frequenze maggiori di **90 MHz**, quindi se si vogliono superare tali valori, è necessario fare dei collegamenti molto corti.
Dopo aver montato lo stadio oscillatore, collegate il **tester** commutato sulla portata **milliamper** ai terminali **A-A** e poi ruotate il trimmer **R2** fino a far assorbire ai due fet una corrente di **10 mA** circa.

I fet da utilizzare in questo montaggio debbono essere in grado di amplificare il segnale **RF** fino a **200 MHz**, quindi **non** usate fet per segnali di **BF**.

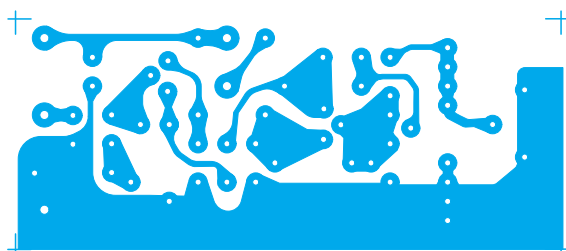



Fig.306 Disegno del circuito stampato, visto dal lato rame, dello stadio oscillatore di fig.299.

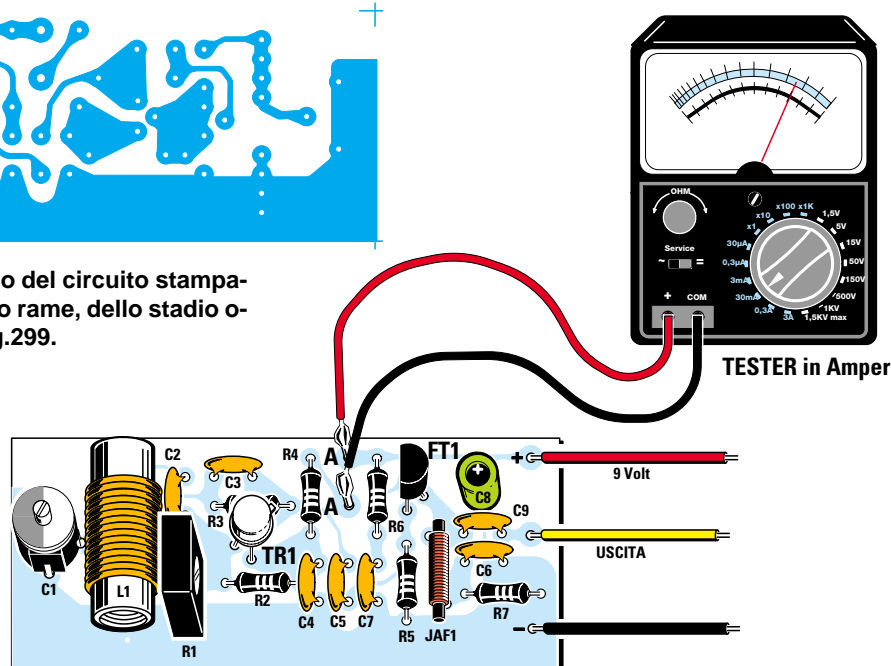



Fig.307 Dopo aver montato lo stadio oscillatore, dovete collegare un tester ai terminali A-A e poi regolare il trimmer R1 fino a far assorbire al transistor 10-12 milliamper.

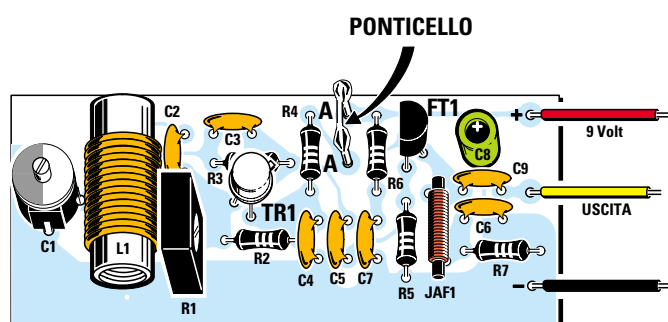



Fig.308 Dopo aver tarato il trimmer R1, dovete cortocircuitare i due terminali A-A con uno spezzone di filo.

PROVIAMO a progettare un VFO

Prendiamo ad esempio lo schema di fig.299 e ammettiamo di voler generare una **frequenza** che copra la gamma da **20** a **28 MHz**.

Per non perdere tempo a calcolare il numero delle **spire** della **bobina** e il valore della **capacità** da applicare in parallelo, possiamo assumere come base di partenza i valori indicati nella **Tabella N.15**.

Dopo aver montato l'**oscillatore**, vi chiederete come fare per poterlo sintonizzare sulla frequenza richiesta e, poichè ancora non avete un **frequenzimetro digitale**, potrete utilizzare in sua sostituzione un normale **ricevitore** provvisto della gamma **onde corte**.

Ammesso che desideriate generare una frequenza di **20 MHz**, dovete sintonizzare il ricevitore ad **onde corte** sui **20 MHz** e ruotare lentamente il **compensatore** posto in parallelo alla bobina, fino a quando non sentirete il **soffio** del segnale **RF**.

La **voce** e la **musica** non potete ancora udirle, perchè la **portante RF** deve essere **modulata** in **AM** (modulazione d'ampiezza) oppure in **FM** (modulazione in frequenza) con un segnale **BF** prelevato da un **amplificatore BF**.

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

Come potete vedere nella **Tabella N.15**, per realizzare uno stadio oscillatore che copra la gamma da **17-34 MHz** bisogna utilizzare una bobina composta da **14 spire unite** avvolte su un supporto plastico del diametro di **10 mm**.

Dopo aver avvolto **7 spire**, eseguite un cappio per collegare la resistenza **R3** e il condensatore **C3** che fa capo all'**E**mettitore del transistor.

Poichè il filo di rame che abbiamo usato è **smaltato**, è necessario **raschiarne** le estremità ed anche i due fili del cappio per eliminare lo strato di **smalto isolante** che li riveste (vedi fig.309).

Se, ruotando il **compensatore**, l'oscillatore anzichè oscillare sui **20-28 MHz**, oscillasse sui **17-25 MHz**, dovrete **ridurre** il numero delle **spire**.

Se l'oscillatore anzichè oscillare sui **20-28 MHz** oscilla sui **26-32 MHz**, dovrete **aumentare** il numero delle **spire** oppure applicare, in **parallelo** al compensatore, un condensatore di **12-15 pF**.

Dovendo far assorbire all'oscillatore una corrente di circa **10-12 mA**, collegate ai terminali **A-A** un **tester** commutato sulla portata **20-30 mA continui** e, dopo aver alimentato il circuito con una tensione di **12 volt**, ruotate il **trimmer R1** fino a far assorbire allo stadio oscillatore **10-12 mA** (vedi fig.307).

Se volete sostituire il **trimmer** con una **resistenza fissa**, dovete spegnere lo stadio oscillatore, poi togliere il **trimmer** e leggere il valore **ohmico**. Ammesso di leggere **9.850 ohm**, potete tranquillamente inserire una resistenza da **10.000 ohm**.

Se leggete **11.500 ohm** oppure **13.000 ohm** potete inserire una resistenza da **12.000 ohm**.

Una volta tarata la corrente del transistor sui **10-12 mA**, togliete il **tester** dai due terminali **A-A** e cortocircuitateli con un filo (vedi fig.308).

SONDA di CARICO

Per conoscere quale **potenza** eroga un qualsiasi stadio oscillatore, bisogna realizzare la **sonda** di **carico** siglata **LX.5037** riportata in fig.311.

Nell'ingresso di questa **sonda** di **carico** abbiamo inserito in **parallelo** due resistenze da **100 ohm** (vedi **R1-R2**) ottenendo un valore di **50 ohm**, che corrisponde al carico **standard** da utilizzare nelle misure di **alta frequenza**.

Come diodo raddrizzatore **DS1** abbiamo utilizzato un diodo **schottky** tipo **HP.5082** equivalente all'**1N.5711**, perchè idoneo a raddrizzare qualsiasi segnale **RF** fino ai **gigahertz**.

Fig.309 Dopo aver avvolto la bobina L1 su un supporto in plastica, dovete raschiare le estremità dei fili con carta vetrata, per eliminare dalla loro superficie lo strato di smalto isolante.

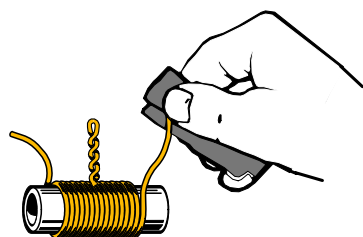



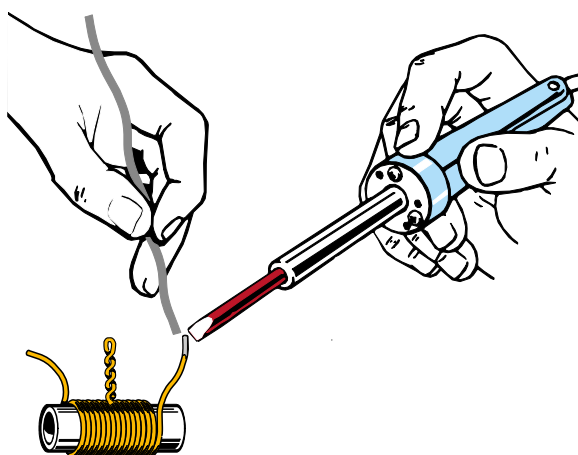
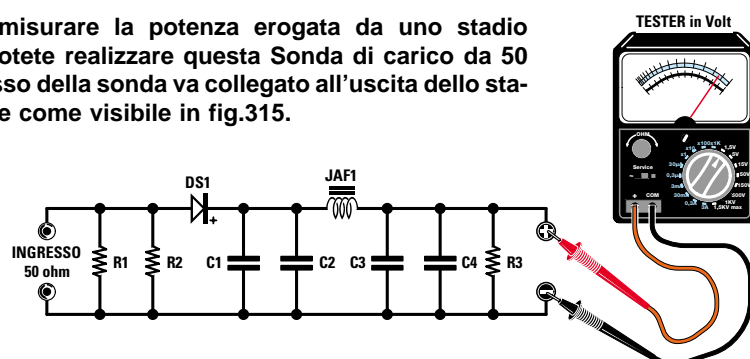
Fig.310 Eliminato lo smalto isolante dalle estremità dei fili e da quelle del cappio centrale, è consigliabile depositare su queste un sottile strato di stagno.

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

Fig.311 Per misurare la potenza erogata da uno stadio oscillatore, potete realizzare questa Sonda di carico da 50 ohm. L'ingresso della sonda va collegato all'uscita dello stadio oscillatore come visibile in fig.315.

ELENCO COMPONENTI LX.5037

R1 = 100 ohm 1/2 watt
R2 = 100 ohm 1/2 watt
R3 = 68.000 ohm
C1 = 10.000 pF ceramico
C2 = 1.000 pF ceramico
C3 = 10.000 pF ceramico
C4 = 1.000 pF ceramico
DS1 = diodo schottky HP.5082
JAF1 = impedenza RF

Per frequenze inferiori a **30 MHz**, si possono utilizzare anche dei comuni **diodi** al **germanio**.

Dopo aver montato tutti i componenti richiesti sul circuito stampato **LX.5037** (vedi fig.312), questa **sonda** di **carico** va collegata all'uscita dello **stadio separatore** e alla sua estremità opposta va collegato un **tester** commutato sulla portata **3-5 volt** fondo scala (vedi fig.315).

Una volta eseguito questo collegamento, alimentando lo stadio oscillatore si noterà subito che il tester rileverà una **tensione**.

Conoscendo questo valore di **tensione**, potremo calcolare la **potenza** erogata dallo stadio oscillatore utilizzando la formula:

watt RF = (volt x volt) : (R + R)

volt = è il valore della **tensione** letto sull'uscita della **sonda** di **carico**.

R = è il valore **ohmico** della resistenza applicata nella **sonda** di **carico** prima del **diodo** raddrizzatore (vedi **R1+R2**) che, come già accennato, risulta di **50 ohm**.

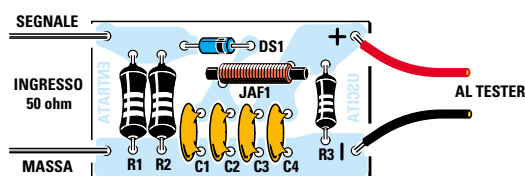
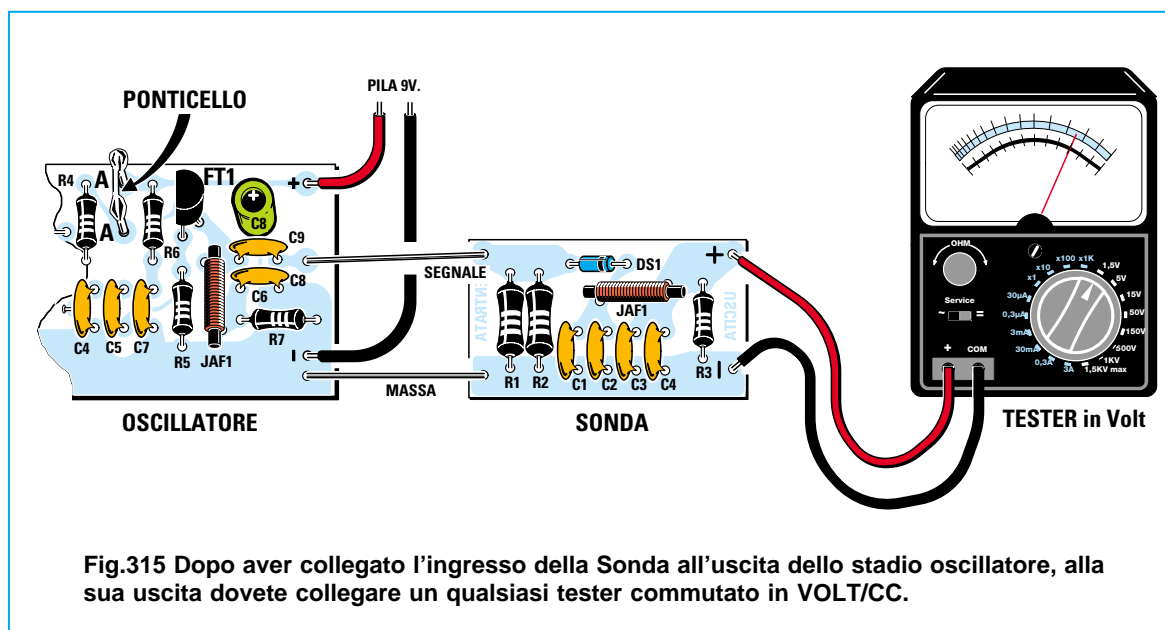



Fig.312 Schema pratico di montaggio della Sonda di carico siglata LX.5037.

Fig.313 Foto della Sonda di carico da utilizzare per misurare un segnale RF.

Fig.314 Per conoscere la potenza in Watt, usate questa formula. Poichè la somma di R + R dà 100, potete semplificare la formula nel modo seguente: (V x V) : 100.

Fig.315 Dopo aver collegato l'ingresso della Sonda all'uscita dello stadio oscillatore, alla sua uscita dovete collegare un qualsiasi tester commutato in VOLT/CC.

Ammesso di leggere una tensione di **1,2 volt**, sapremo che questo stadio oscillatore eroga una **potenza** di:

(1,2 x 1,2) : (50 + 50) = 0,0144 watt

che corrispondono a **14,4 milliwatt**.

Infatti, come saprete, per ottenere i **milliwatt** si devono moltiplicare i **watt** per **1.000**.

Precisiamo che la **potenza reale** erogata da un qualsiasi stadio oscillatore risulterà leggermente **superiore**, perchè nella formula **non** viene considerata la **caduta** di **tensione** introdotta dal **diodo raddrizzatore** che si aggira intorno agli **0,6 volt**.

Quindi se sul tester leggiamo **1,2 volt**, la tensione **reale** sarebbe di **1,2 + 0,6 = 1,8 volt** e con questa tensione la **potenza** risulterà pari a:

(1,8 x 1,8) : (50 + 50) = 0,0324 watt

che corrispondono a **32,4 milliwatt**.

Dopo aver appurato che lo stadio oscillatore eroga un segnale **RF**, conviene sempre verificare se questo **non** sia **critico** e per farlo basta eseguire questi semplici **test**:

1° - Ridurre la tensione di alimentazione da **12** a **9 volt**: ovviamente la lancetta del **tester**, applicato sulla **sonda** di **carico**, scenderà su **0,9-0,8 volt** a conferma che, riducendo la tensione di alimentazione, **diminuisce** proporzionalmente la **potenza** d'uscita. Togliere la tensione di alimentazione e poi reinserirla e se sul **tester** non si leggerà nuovamente **0,9-0,8 volt**, significa che il **trimmer** posto sulla **B**ase del transistor non è stato tarato per fargli assorbire **9-10 mA**.

2° - Provare ad alimentare lo stadio oscillatore con una tensione di **15 volt**: aumentando la tensione la lancetta del tester devierà da **1,2-1,3 volt** a **1,4-1,5 volt**. Da questa prova si può dedurre che, aumentando la tensione di alimentazione, **aumenta** anche la **potenza** d'uscita.

Tutti gli schemi di oscillatori proposti in questa Lezione, anche se sono stati progettati per funzionare con una tensione di **12 volt**, funzioneranno ugualmente anche se alimentati con una tensione di **9 volt** oppure di **15 volt**.

RADIOMICROFONO in FM da 88-108 MHz

Se la **teoria** è necessaria per conoscere i principi base, la **pratica** aiuta ad apprendere più velocemente tutte le nozioni teoriche.

Per dimostrarvi che realizzare un piccolo **trasmettitore** è più facile di quanto si potrebbe supporre, ve ne faremo montare **uno** e grande sarà la vostra soddisfazione quando riuscirete a far ascoltare la vostra voce a distanza.

Poichè pochi disporranno di un ricevitore per **onde corte** ma tutti lo avranno per la gamma **FM** da **88-108 MHz**, il trasmettitore che vi proponiamo coprirà tutta questa **gamma**.

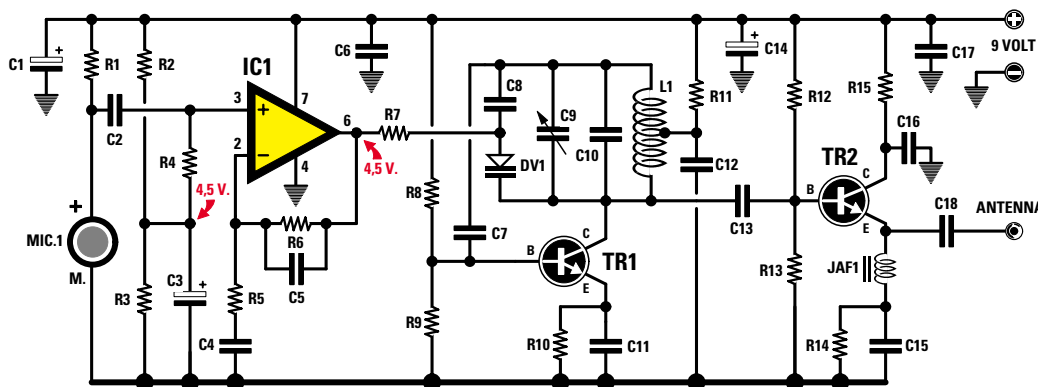



Fig.316 Schema elettrico del microtrasmettitore FM che trasmette sulla gamma 88-108 MHz.

Precisiamo subito che trasmettendo con una **potenza** di pochi **milliwatt**, potremo raggiungere una distanza non superiore a circa **50-60 metri**, perchè la gamma **FM** oggi è troppo affollata da **emittenti private** che trasmettono con dei **kilowatt**.

Una decina di anni fa, quando su questa gamma **FM** vi erano solo **2-3 emittenti** che trasmettevano con potenze di poche **centinaia** di **watt**, con questo radiomicrofono si riuscivano a raggiungere anche delle distanze di circa **300 metri**.

Per capire il motivo per cui oggi **non** si riescono a coprire distanze superiori a **50-60 metri**, vi proponiamo una semplice analogia.

Se vi trovate in una discoteca che diffonde della musica con Casse Acustiche da **1.000 watt**, difficilmente riuscirete ad ascoltare una radio portatile che diffonde pochi **watt**.

Solo quando gli altoparlanti della discoteca **taceranno** riuscirete ad ascoltare la vostra radio, ma non appena questi inizieranno a **sparare** i loro **1.000 watt**, vi converrà spegnerla perchè la sua **debole potenza** non riuscirà mai ad avere il sopravvento su queste elevate potenze.

SCHEMA ELETTRICO del TRASMETTITORE

Lo schema elettrico riportato in fig.316 è composto da uno **stadio oscillatore** seguito da uno stadio preamplificatore **RF** (vedi **TR2**), più uno stadio amplificatore **BF** (vedi **IC1**), che serve per modulare in **FM**, tramite il diodo varicap **DV1**, il segnale generato dal transistor **TR1**.

Iniziamo la descrizione dal piccolo **microfono** si-

ELENCO COMPONENTI LX.5036

R1 = 10.000 ohm
R2 = 22.000 ohm
R3 = 22.000 ohm
R4 = 22.000 ohm
R5 = 22.000 ohm
R6 = 220.000 ohm
R7 = 100.000 ohm
R8 = 47.000 ohm
R9 = 10.000 ohm
R10 = 100 ohm
R11 = 47 ohm
R12 = 12.000 ohm
R13 = 10.000 ohm
R14 = 100 ohm
R15 = 22 ohm
C1 = 10 µF elettr.
C2 = 56.000 pF poliestere
C3 = 10 µF elettr.
C4 = 470.000 pF poliestere
C5 = 47 pF ceramico
C6 = 100.000 pF poliestere
C7 = 33 pF ceramico
C8 = 4,7 pF ceramico
C9 = 2-15 pF compensatore
C10 = 8,2 pF ceramico
C11 = 22 pF ceramico
C12 = 10.000 pF ceramico
C13 = 22 pF ceramico
C14 = 10 µF elettr.
C15 = 1.000 pF ceramico
C16 = 10.000 pF ceramico
C17 = 100.000 pF poliestere
C18 = 100 pF ceramico
TR1-TR2 = transistor 2N.2222
DV1 = diodo varicap BB.909
L1 = bobina 5 spire
IC1 = integrato TL.081
JAF1 = impedenza RF
MIC = capsula microfonica

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

glato **MIC.1** che, captando le onde **sonore**, le trasforma in un segnale elettrico.
Questo segnale viene applicato sull'ingresso **non invertente** (piedino **3**) dell'operazionale **IC1**, che provvede ad amplificarlo di circa **22 volte**.

Poichè polarizziamo l'ingresso **non invertente** con una tensione fissa di **4,5 volt** tramite il partitore resistivo **R2-R3**, sul suo piedino d'**uscita 6** ci ritroveremo, in **assenza** di **segnale BF**, una tensione **positiva** di **4,5 volt**.

Quando sull'uscita dell'operazionale giungono le **semionde positive** del segnale **BF** captato dal microfono, la tensione sale da **4,5 volt** a **5 volt** e quando giungono le **semionde negative** la tensione scende da **4,5 volt** a **4 volt**.

Applicando, tramite la resistenza **R7**, le variazioni di tensione presenti sull'uscita di **IC1** direttamente sul diodo varicap **DV1**, è possibile variare la sua **capacità** e di conseguenza la **frequenza** generata dallo stadio oscillatore.
Un segnale **modulato** in **frequenza** può essere captato da un qualsiasi ricevitore **FM**.

Poichè le variazioni di tensione sull'uscita di **IC1** risultano proporzionali all'**ampiezza** del segnale **BF** captato dal microfono, se parliamo a **bassa voce** otteniamo una variazione di tensione minore rispetto a quando parliamo ad **alta voce**.

Accantoniamo ora per un istante questo stadio di **BF** e passiamo allo stadio oscillatore composto dal transistor **TR1**. Già sappiamo che la **frequenza** che desideriamo irradiare dipende dal **numero** di spire della bobina **L1** e dal valore della **capacità** posta in parallelo a questa bobina (vedi **C9+C10**).
Sapendo che il compensatore **C9** ha una capacità variabile da **2** a **15 pF** e il condensatore **C10** una capacità di **8,2 pF**, ruotando il perno del compensatore possiamo variare la capacità, posta in parallelo alla bobina **L1**, da un **minimo** di **10,2 pF** fino ad un **massimo** di **28,2 pF**: di conseguenza riusciremo a spostare la frequenza generata da un minimo di **87 MHz** fino ad un massimo di **109 MHz**.

Per **irradiare** nello spazio il segnale **RF** generato dallo stadio oscillatore è necessario applicarlo ad un filo che svolge la funzione di **antenna**.

Lo spezzone di filo che funge d'**antenna** viene collegato direttamente all'**E**mettitore del transistor **TR2** e, per evitare che il segnale **RF** si scarichi a **massa** tramite la resistenza **R14** e il condensatore **C15**, abbiamo inserito in serie una piccola **impedenza RF** (vedi **JAF1**).

Il segnale **RF**, non potendosi scaricare a **massa**, è obbligato a raggiungere l'**antenna** irradiante.

Per alimentare questo microtrasmettitore occorre una tensione di **9 volt**, che preleviamo da una comune pila per radio portatili.

REALIZZAZIONE PRATICA

Richiedendoci il kit siglato **LX.5036** vi verranno forniti tutti i componenti necessari per realizzare questo **radiomicrofono**, compreso il **circuito stampato** già forato e completo di disegno serigrafico con le **sigle** dei componenti.

Potete iniziare il montaggio inserendo lo zoccolo per l'integrato **IC1**, saldando i suoi **piedini** sulle piste in rame del circuito stampato.

Completata questa operazione, iniziate a saldare tutte le **resistenze** verificando i **colori** presenti sul loro corpo per evitare di inserire una resistenza con un valore **ohmico** errato.

Dopo le resistenze potete montare il **diodo varicap**, rivolgendo il lato del suo corpo contornato da una **fascia verde** verso la bobina **L1**.

Proseguendo nel montaggio, inserite i condensatori **ceramici**, poi i **poliestere** premendoli a fondo nel circuito stampato e, se vi trovate in difficoltà nel **decifrare** il valore della capacità stampigliato sul loro corpo, consultate la **Lezione N.3** e riuscirete a risolvere velocemente questo problema.

Quando inserite i condensatori **elettrolitici**, rispettate la polarità **+/–** dei due terminali e se sul loro corpo non c'è nessun riferimento ricordatevi che il terminale **positivo** è il più lungo.

In prossimità del transistor **TR1** inserite il piccolo **compensatore C9**, necessario per sintonizzarvi su una **frequenza libera** della gamma **FM** e, vicino al transistor **TR2**, la piccola impedenza in **ferrite** siglata **JAF1**.

Prendete quindi i due transistor **2N2222** che hanno un corpo metallico e collocateli negli spazi indicati con le sigle **TR1-TR2**, orientando la loro piccola **sporgenza** metallica come appare illustrato nello schema pratico di fig.319.

Il piccolo **microfono** preamplificato va inserito nei due fori liberi presenti sul lato sinistro del circuito stampato, dopo aver individuato il suo terminale di **massa**.
Capovolgendone il corpo potete individuare facil-

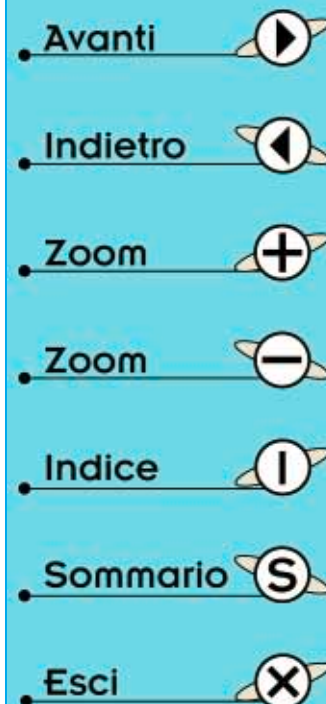
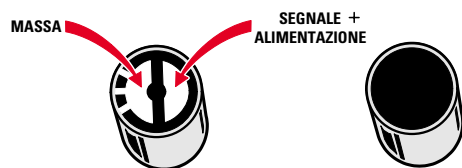



Fig.317 Prima di collegare il piccolo microfono al circuito stampato, controllate quale delle due piste è quella collegata elettricamente al metallo esterno del microfono. Questa pista è quella di Massa, l'altra è quella del segnale.

Fig.318 Per realizzare la bobina L1, avvolgete 5 spire unite su un tondino del diametro di 6 mm (supporto di una punta da trapano) usando il filo di rame nudo da 1 mm inserito nel kit. Dopo averle avvolte, prima di togliere la bobina dal supporto, spaziatele accuratamente in modo da ottenere un solenoide della lunghezza di 10 mm.

mente tale terminale, perchè la sua pista risulta collegata, per mezzo di un **sottile ponticello** (vedi fig.317), al **metallo** che ricopre la parte esterna del microfono.
Se invertirete sullo stampato i due terminali **M** e **+** del microfono, il circuito **non** funzionerà.
Ora prendete l'integrato **TL.081** ed inseritelo nel suo zoccolo, rivolgendo il lato dov'è presente la piccola **U** di riferimento verso il condensatore **C2**.

Sul circuito manca ancora la bobina di sintonia **L1**, che dovete autocostruirvi avvolgendo **5 spire** sopra ad un tondino del diametro di **6 mm**, utilizzando il filo di rame stagnato del diametro di **1 mm** che troverete nel kit.

Se non avete a disposizione un tondino del diametro richiesto, acquistate in ferramenta una **punta** da trapano da **6 mm**.

Dopo aver avvolto **5 spire affiancate**, spaziatele in modo da ottenere una bobina lunga **10 mm** circa (vedi fig.318).

Una volta inseriti i due capi della bobina nei due fori dello stampato, saldateli sulle piste in rame sottostanti.
Ora prendete un sottile filo di rame nudo e infilatelo nel foro dello stampato posto vicino alla resistenza **R11** e al condensatore **C12** e saldate anche questo sulla sottostante pista di rame.
Saldate infine il capo opposto sulla spira **centrale** della bobina **L1**.

Per completare il montaggio, inserite nel circuito stampato i due fili **rosso** e **nero** della **presa pila** e collegate nel foro presente in prossimità del condensatore **C18** uno spezzone di filo di rame che vi servirà come **antenna** irradiante.

L'ANTENNA

Lo **spezzone** di filo da utilizzare come **antenna** deve risultare lungo **1/4** di **lunghezza d'onda**.

Usando un filo più **lungo** o più **corto** del richiesto la **potenza** irradiata si **ridurrà**.

Per calcolare questa **lunghezza**, dovete prima conoscere la frequenza del **centro** banda di **88-108 MHz** eseguendo questa semplice operazione:

(88 + 108) : 2 = 98 MHz

Per calcolare la lunghezza in **centimetri** pari a **1/4 d'onda** dovete utilizzare la formula:

lunghezza in cm = 7.200 : MHz

quindi vi servirà uno spezzone di filo lungo:

7.200 : 98 = 73,46 centimetri

In pratica si può tranquillamente usare un filo lungo **73** oppure **74 centimetri**.

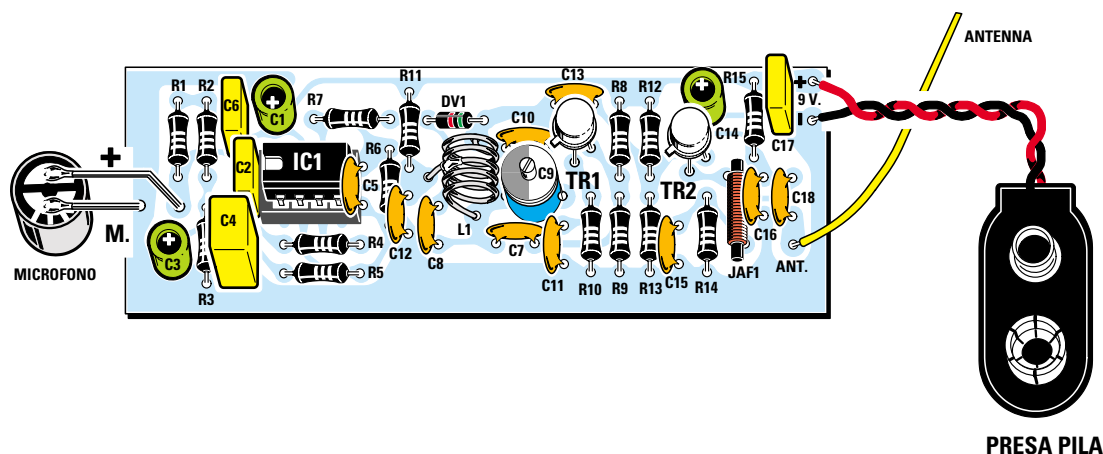



Fig.319 Schema pratico di montaggio del microtrasmettitore in FM.
Premete a fondo nel circuito stampato il corpo delle resistenze e dei condensatori, poi, dopo aver saldato i terminali, tagliatene l'eccedenza con un paio di forbicine. Solo il corpo dei due transistor, non va premuto a fondo nel circuito stampato.
Quando inserite i transistor, ricordate di rivolgere verso il basso la piccola tacca metallica che fuoriesce dal loro corpo, così come appare evidenziato nel disegno.

MICROTRASMETTITORE

SONDA

TESTER in Volt

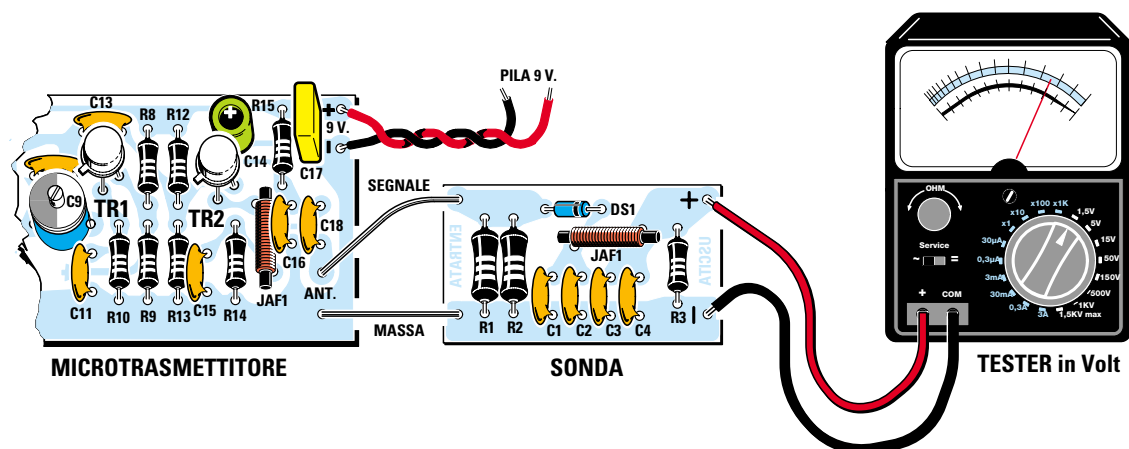



Fig.320 Se volete conoscere la potenza erogata da questo microtrasmettitore, dovete collegare alla sua uscita la Sonda di carico siglata LX.5037. Questa misura va effettuata scollegando dall'uscita del microtrasmettitore il filo dell'antenna irradiante.

Fig.321 Foto del trasmettitore in FM. Il circuito stampato che vi forniremo risulta già forato e completo di disegno serigrafico. Per aumentare la portata, anzichè utilizzare un'antenna lunga 73-74 cm, si potrebbe utilizzare un filo lungo 220 cm pari a 3/4 di lunghezza d'onda. Se userete lunghezze diverse, irradierete meno potenza.

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

PER SINTONIZZARSI su una FREQUENZA

Completato il montaggio, la prima operazione che dovete eseguire sarà quella di prendere un **ricevitore FM** e di ruotare la sua **sintonia** fino a trovare una **frequenza** che non risulti occupata da una **potente emittente**.

In qualche città sarà facile trovarla perchè poche saranno le **emittenti private** che trasmettono su questa gamma **FM**, in altre invece le difficoltà potrebbero essere maggiori.

Normalmente una frequenza **libera** si trova quasi sempre vicino ai due estremi della gamma **FM**, cioè su **88 MHz** o su **108 MHz**.

Dopo esservi sintonizzati su questa **frequenza libera**, appoggiate il radiomicrofono su un tavolo e ruotate molto lentamente il perno del compensatore **C9** con un piccolo cacciavite **plastico**.

Se userete un cacciavite **metallico** vi accorgerete che, togliendo la lama, sul perno del compensatore la **frequenza** si sposterà perchè abbiamo tolto dal circuito la **capacità parassita** del cacciavite.

Se non trovate un cacciavite di plastica potete usare anche un sottile cacciavite metallico controllando, quando lo togliete, di quanto si **sposta** la frequenza dell'oscillatore.
Se con il cacciavite inserito vi siete sintonizzati sui **90 MHz** e togliendo il cacciavite la sintonia si sposta sui **91 MHz**, se volete trasmettere sui **90 MHz** dovete sintonizzarvi con la **lama** del cacciavite **inserito** nel compensatore sulla frequenza di **89 MHz** affinchè, quando la allontanerete, la frequenza si sposti sui **90 MHz**.

Se il radiomicrofono è collocato a pochi metri dal **ricevitore** noterete che, sintonizzandovi sulla frequenza prescelta, dall'altoparlante fuoriuscirà un **fischio** acuto.

Questo **fischio**, chiamato effetto **Larsen**, è la conseguenza di una **reazione** che si genera perchè il microfono capta il segnale dall'altoparlante e lo ritrasmette verso il ricevitore.

Se **allontanate** il radiomicrofono dal ricevitore o meglio ancora se lo collocate in un'altra stanza, questo fischio **sparirà** e in sua sostituzione potrete ascoltare la vostra **voce**.

Se prendete in **mano** il radiomicrofono, noterete che la sua frequenza si sposterà perchè la vostra mano avrà aggiunto una **capacità parassita**.

Se avete una piccola e **sensibile** radio portatile **FM** potete mettere il radiomicrofono su un tavolo oppure su una mensola, dopodichè potete divertirvi ad ascoltare a **distanza** i dialoghi delle persone presenti nella stanza.

LE FORMULE per le BOBINE

Per ricavare il valore in **microhenry** di una bobina **cilindrica** vi sono una infinità di **formule** teoriche e tra queste la più valida è la seguente:

$$\mu H = [\,(9{,}87 \times D^2 \times N^2) : (1.000 \times L)] \times Y$$

µH = valore della bobina in **microhenry**
9,87 = **numero** fisso
D = **diametro** della bobina in **centimetri**
D² = **diametro** elevato al **quadrato**
N = **numero totale** delle spire avvolte
N² = **numero** delle spire elevato al **quadrato**
L = **lunghezza** occupata dall'avvolgimento sempre espressa in **centimetri**
Y = **fattore** prelevato dalla **Tabella N.16** dopo aver diviso il **D**iametro per la **L**unghezza della bobina

Dalla formula sopra riportata si possono ricavare altre due formule che permettono di calcolare con una buona approssimazione il **numero** delle **spire** oppure il **diametro** del supporto espresso in **centimetri** da usare per la bobina:

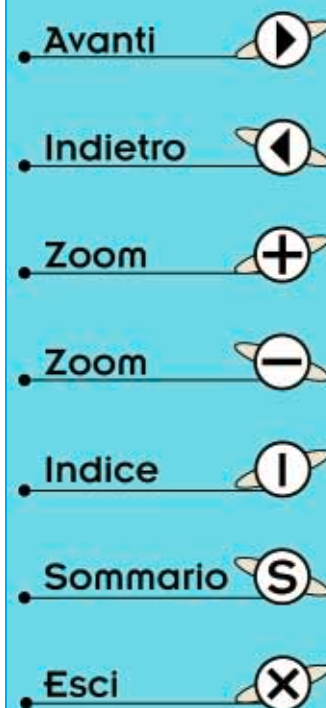
$$N\ spire = \sqrt{[\,(\mu H \times L \times 1.000) : (9{,}87 \times D^2 \times Y)]}$$

$$D\ in\ cm = \sqrt{[\,(\mu H \times L \times 1.000) : (9{,}87 \times N^2 \times Y)]}$$

Importante = Usando queste formule **non** è necessario conoscere la **spaziatura** tra spira e spira, perchè se queste sono avvolte **unite** si ottiene una lunghezza **L** minore rispetto quella che si otterrebbe se fossero **spaziate**.

Ricordatevi che se si avvolgono le **spire unite** bisogna usare del filo di rame **smaltato** per evitare di porle in **cortocircuito**, mentre se si avvolgono **spaziate** è possibile usare del filo di rame **nudo**, cioè senza smalto.

Se avvolgiamo delle bobine su un supporto di diametro **minore** di **10 mm** utilizzando del filo di rame con un diametro **maggiore** di **0,3 mm**, dovremo considerare anche lo spessore del filo, quindi al **diametro** della bobina andrà **sommato** il diametro del filo.

Per farvi meglio comprendere come usare queste formule vi proponiamo alcuni esempi numerici.

1° ESEMPIO di CALCOLO

Supponiamo di voler realizzare uno stadio oscillatore che generi una frequenza di **27 MHz**, avendo a disposizione un **compensatore** con una capacità variabile da **5 pF** a **40 pF**, e di voler quindi sapere quante **spire** avvolgere su un supporto plastico del **diametro** di **10 mm**.

Soluzione = Come prima operazione dovremo calcolare il valore in **microhenry** che dovrà avere la bobina per oscillare sui **27 MHz** con una capacità di circa **25 pF**, cioè con il **compensatore** ruotato a **metà corsa**.

A questa capacità ci conviene subito sommare almeno **5 pF** di **capacità parassita**, sempre presente in un montaggio (capacità delle piste del circuito stampato, del transistor, ecc.), quindi otterremo una capacità totale di **30 pF**.

La formula per ricavare il valore in **microhenry** è la seguente:

L1 µH = 25.300 : [(MHz x MHz) x C1 pF]

Inserendo nella formula i dati otterremo:

25.300 : [(27 x 27) x 30] = 1,15 microhenry

Conoscendo il **diametro** del supporto pari a **10 mm**, se per avvolgere le spire usiamo del filo di rame da **0,7 mm** dovremo sommare ai **10 mm** il diametro del filo, quindi otterremo un **diametro** totale di **10,7 mm**.

Per ricavare il valore in **microhenry** dovremo procedere per **tentativi**, quindi inizieremo i calcoli con **20 spire**.

Usando del filo di rame del diametro di **0,7 mm**, avvolgendo tutte le spire **unite** otterremo una **lunghezza** di circa **14 mm**.

Sapendo che la formula per conoscere il valore in **microhenry** è la seguente:

µH = [(9,87 x D² x N²) : (1.000 x L)] x Y

divideremo il diametro **D** della bobina pari a **10,7**

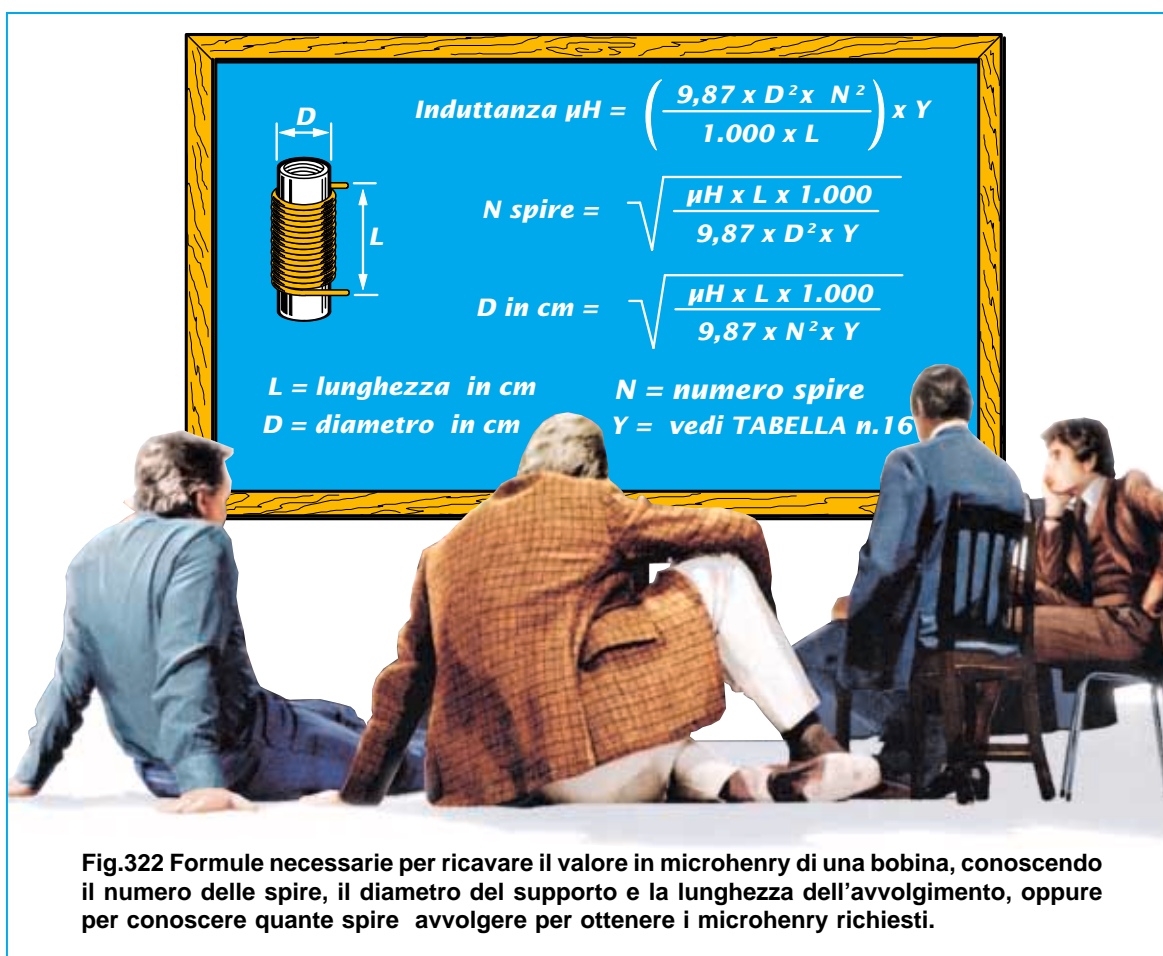



Fig.322 Formule necessarie per ricavare il valore in microhenry di una bobina, conoscendo il numero delle spire, il diametro del supporto e la lunghezza dell'avvolgimento, oppure per conoscere quante spire avvolgere per ottenere i microhenry richiesti.

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

TABELLA N.16 Fattore Y (rapporto diametro del tubo e lunghezza della bobina)

D/L	fattore Y	D/L	fattore Y	D/L	fattore Y	D/L	fattore Y
0,01	0,995	0,55	0,803	1,09	0,669	1,63	0,574
0,02	0,991	0,56	0,800	1,10	0,667	1,64	0,573
0,03	0,987	0,57	0,797	1,11	0,665	1,65	0,572
0,04	0,983	0,58	0,794	1,12	0,663	1,70	0,565
0,05	0,979	0,59	0,791	1,13	0,661	1,75	0,558
0,06	0,974	0,60	0,788	1,14	0,659	1,80	0,551
0,07	0,970	0,61	0,785	1,15	0,657	1,85	0,544
0,08	0,967	0,62	0,783	1,16	0,655	1,90	0,538
0,09	0,963	0,63	0,780	1,17	0,653	1,95	0,532
0,10	0,959	0,64	0,777	1,18	0,651	2,00	0,526
0,11	0,955	0,65	0,774	1,19	0,649	2,05	0,520
0,12	0,950	0,66	0,772	1,20	0,647	2,10	0,514
0,13	0,947	0,67	0,769	1,21	0,645	2,15	0,508
0,14	0,943	0,68	0,766	1,22	0,643	2,20	0,503
0,15	0,939	0,69	0,763	1,23	0,641	2,25	0,497
0,16	0,935	0,70	0,761	1,24	0,639	2,30	0,492
0,17	0,931	0,71	0,758	1,25	0,638	2,35	0,487
0,18	0,928	0,72	0,755	1,26	0,636	2,40	0,482
0,19	0,924	0,73	0,753	1,27	0,634	2,45	0,477
0,20	0,920	0,74	0,750	1,28	0,632	2,50	0,472
0,21	0,916	0,75	0,748	1,29	0,630	2,55	0,467
0,22	0,913	0,76	0,745	1,30	0,628	2,60	0,462
0,23	0,909	0,77	0,743	1,31	0,626	2,65	0,458
0,24	0,905	0,78	0,740	1,32	0,624	2,70	0,454
0,25	0,902	0,79	0,737	1,33	0,623	2,75	0,450
0,26	0,898	0,80	0,735	1,34	0,621	2,80	0,445
0,27	0,894	0,81	0,732	1,35	0,620	2,85	0,441
0,28	0,891	0,82	0,730	1,36	0,618	2,90	0,437
0,29	0,887	0,83	0,728	1,37	0,616	2,95	0,433
0,30	0,884	0,84	0,725	1,38	0,614	3,00	0,429
0,31	0,880	0,85	0,723	1,39	0,612	3,10	0,422
0,32	0,877	0,86	0,720	1,40	0,611	3,20	0,414
0,33	0,873	0,87	0,718	1,41	0,609	3,30	0,407
0,34	0,870	0,88	0,716	1,42	0,607	3,40	0,401
0,35	0,867	0,89	0,713	1,43	0,606	3,50	0,394
0,36	0,863	0,90	0,710	1,44	0,604	3,60	0,388
0,37	0,860	0,91	0,708	1,45	0,603	3,70	0,382
0,38	0,854	0,92	0,706	1,46	0,601	3,80	0,376
0,39	0,855	0,93	0,704	1,47	0,599	3,90	0,370
0,40	0,850	0,94	0,702	1,48	0,598	4,00	0,366
0,41	0,846	0,95	0,700	1,49	0,596	4,10	0,360
0,42	0,843	0,96	0,698	1,50	0,595	4,20	0,355
0,43	0,840	0,97	0,695	1,51	0,593	4,30	0,350
0,44	0,837	0,98	0,693	1,52	0,591	4,40	0,345
0,45	0,834	0,99	0,691	1,53	0,590	4,50	0,341
0,46	0,830	1,00	0,688	1,54	0,588	4,60	0,336
0,47	0,827	1,01	0,686	1,55	0,587	4,70	0,332
0,48	0,824	1,02	0,684	1,56	0,585	4,80	0,328
0,49	0,821	1,03	0,682	1,57	0,583	4,90	0,323
0,50	0,818	1,04	0,679	1,58	0,582	5,00	0,320
0,51	0,815	1,05	0,677	1,59	0,580	5,50	0,302
0,52	0,812	1,06	0,675	1,60	0,579	6,00	0,285
0,53	0,809	1.07	0,673	1,61	0,577	6,50	0,271
0,54	0,806	1,08	0,671	1,62	0,576	7,00	0,258

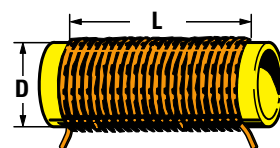



Fig.323 Dividendo il Diametro della bobina per la Lunghezza del suo avvolgimento, otterrete un Rapporto che vi servirà per ricavare il fattore Y dalla Tabella N.16. Se il diametro del filo usato per avvolgere le spire è maggiore di 0,3 mm, dovete sommare al diametro del supporto anche il quello del filo.

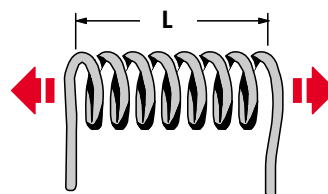



Fig.324 In una bobina avvolta con spire spaziate, più aumenta la spaziatura tra spira e spira più si riduce il valore in microhenry della bobina.

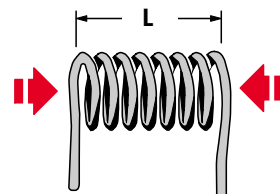



Fig.325 Quindi, più si riduce la spaziatura tra spira e spira, più aumenta il valore in microhenry, come dimostrano anche i calcoli teorici.

mm per la lunghezza **L** prefissata sui **14 mm** in modo da ottenere il **rapporto D/L**:

10,7 : 14 = 0,76 rapporto D/L

Nella terza colonna della **Tabella N.16** cercheremo il numero **0,76** e dalla quarta colonna preleveremo il fattore **Y** pari a **0,745**.

Dopodichè convertiremo la lunghezza **L**, pari a **14 mm**, in centimetri: **14 : 10 = 1,4 cm**.

Anche il diametro **D**, pari a **10,7 mm**, va convertito in centimetri, quindi otterremo **1,07 cm**, valore che eleveremo al quadrato: **1,07 x 1,07 = 1,1449** e che arrotonderemo a **1,145**.

Dopodichè eleveremo al quadrato anche il numero delle **20 spire**, ottenendo **20 x 20 = 400**.

Inserendo nella formula tutti i dati che già conosciamo otterremo:

µH = [(9,87 x 1,145 x 400) : (1.000 x 1,4)] x 0,745

Come **prima** operazione eseguiremo i calcoli racchiusi nella prima parentesi:

9,87 x 1,145 x 400 = 4.520,46

Come **seconda** operazione eseguiremo i calcoli racchiusi nella seconda parentesi:

1.000 x 1,4 = 1.400

Come **terza** operazione divideremo il risultato ricavato dalle due operazioni:

4.520,46 : 1.400 = 3,2289

Come **quarta** operazione moltiplicheremo il risultato per **0,745**:

3,2289 x 0,745 = 2,40 microhenry

Constatato che con **20 spire** si ottiene un valore superiore al richiesto, dovremo eseguire nuovamente tutti i calcoli scegliendo solo **12 spire**.

Poichè la **lunghezza L** dell'avvolgimento risulterà di circa **8,5 mm**, dovremo dividere il diametro **D** pari a **10,7 mm** per questa lunghezza:

10,7 : 8,5 = 1,258 rapporto D/L

Nella quinta colonna della **Tabella N.16** cercheremo il numero **1,258** e, poichè troviamo solo **1,26**, come fattore **Y** assumeremo il numero **0,636**.

Dopodichè convertiremo il diametro **D** di **10,7 mm** in **centimetri** ottenendo **1,07 cm**, poi lo eleveremo al quadrato: **1,07 x 1,07 = 1,1449**, arrotondando questo numero a **1,145**.

Eleveremo anche il numero delle **12 spire** al quadrato ottenendo **12 x 12 = 144**.

Convertendo la lunghezza **L** di **8,5 mm** in centimetri otterremo **8,5 : 10 = 0,85 cm**.

Inserendo tutti i dati nella formula:

µH = [(9,87 x D^2 x N^2) : (1.000 x L)] x Y

otterremo:

[(9,87 x 1,145 x 144) : (1.000 x 0,85)] x 0,636

Come **prima** operazione eseguiremo le moltiplicazioni racchiuse nella prima parentesi:

9,87 x 1,145 x 144 = 1.627,36

Come **seconda** operazione eseguiremo le moltiplicazioni racchiuse nella seconda parentesi:

1.000 x 0,85 = 850

Come **terza** operazione divideremo il risultato ricavato dalle due operazioni:

1.627,36 : 850 = 1,91

Come **quarta** operazione moltiplicheremo il risultato per **0,636**:

1,91 x 0,636 = 1,21 microhenry

Anche se con **12 spire** otteniamo in via **teorica** un valore di **1,21 microhenry**, possiamo già considerarlo valido, perchè il **compensatore** posto in parallelo alla bobina ci permetterà di correggere questa piccola differenza.

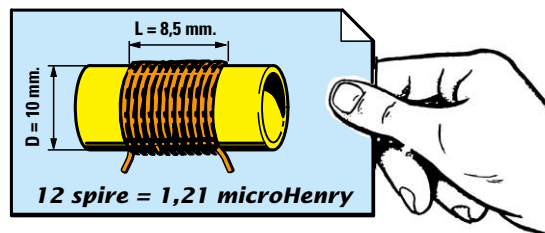
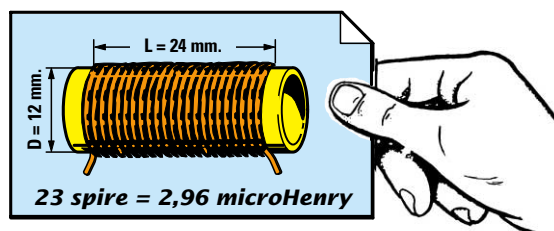



Fig.326 Se su un supporto del diametro di 10 mm vengono avvolte 20 spire con filo di rame da 0,7 mm, si ottiene una induttanza di 2,40 microhenry, mentre con 12 spire si ottengono 1,21 microhenry.

2° ESEMPIO di CALCOLO

Abbiamo una bobina composta da **23 spire** leggermente spaziate che coprono una **lunghezza** di **24 mm** e vorremmo conoscere il suo valore in **microhenry**. Il **diametro** del supporto è di **12 mm** mentre il **diametro** del filo è di **1 mm**.

Soluzione = Sommando al **diametro** del supporto il **diametro** del filo otteniamo **12+1 = 13 mm**, quindi come prima operazione dovremo dividere il diametro **D** per la lunghezza **L**:

13 : 24 = 0,541 rapporto D/L

Nella prima colonna della **Tabella N.16** cercheremo il numero **0,54** e dalla seconda colonna preleveremo il fattore **Y** pari a **0,806**.

Sapendo che la formula per ricavare il valore in **microhenry** è:

mH = [(9,87 x D^2 x N^2) : (1.000 x L)] x Y

convertiremo la lunghezza **L** di **24 mm** in centimetri ottenendo **24 : 10 = 2,4 cm**.

Convertiremo quindi anche il diametro **D** di **13 mm** in **centimetri 13 : 10 = 1,3 cm** ed eleveremo questo numero al quadrato: **1,3 x 1,3 = 1,69**.

Eleveremo al quadrato anche il numero **N** delle **spire**: **23 x 23 = 529**.

Inserendo nella formula tutti i dati in nostro possesso otterremo:

µH = [(9,87 x 1,69 x 529) : (1.000 x 2,4)] x 0,806

Come **prima** operazione eseguiremo le moltiplicazioni racchiuse nella prima parentesi:

9,87 x 1,69 x 529 = 8.823,87

Come **seconda** operazione le moltiplicazioni racchiuse nella seconda parentesi:

1.000 x 2,4 = 2.400

Come **terza** operazione divideremo il risultato ricavato dalle due operazioni:

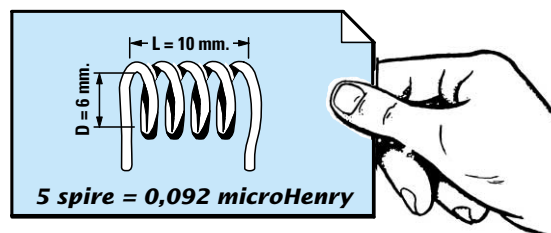
8.823,87 : 2.400 = 3,676

Come **quarta** operazione moltiplicheremo il risultato per il fattore **Y** pari a **0,806**:

3,676 x 0,806 = 2,96 microhenry

Se misurassimo questa bobina con un **impedenzimetro** di **precisione**, non dovremmo meravigliarci se rileveremo **2,9** o **3,1 microhenry**, perchè questa è una **tolleranza** più che accettabile.

3° ESEMPIO di CALCOLO

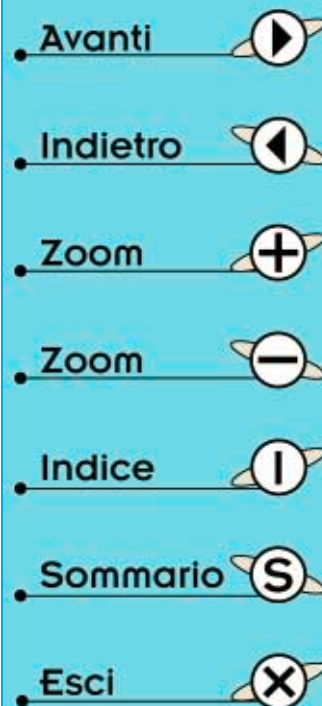
Nel piccolo trasmettitore in **FM** riportato in fig.316 è inserita una bobina (vedi **L1**) composta da **5 spire** avvolte su un **diametro** di **6 mm** e **spaziate** in modo da ottenere una lunghezza di **10 mm**, quindi vorremmo conoscere il suo valore in **microhenry**, ma anche sapere su quale frequenza si accorda lo stadio oscillatore ruotando il **compensatore** dalla sua minima alla sua massima capacità.

Soluzione = Come prima operazione dovremo calcolare il rapporto **D/L**, quindi, sapendo che abbiamo utilizzato del filo da **1 mm** e che il **diametro** del supporto risulta di **6 mm**, il diametro da inserire nella formula sarà di: **6+1 = 7 mm**:

7 : 10 = 0,7 rapporto D/L

Nella terza colonna della **Tabella N.16** cercheremo il numero **0,7** e dalla quarta colonna preleveremo il fattore **Y** pari a **0,761**.

Per conoscere il valore in **microhenry** useremo la formula che già conosciamo:

µH = [(9,87 x D^2 x N^2) : (1.000 x L)] x Y

Poichè il **diametro** e la **lunghezza** da usare in questa formula devono essere espressi in **centimetri**, eseguiremo queste due operazioni:

diametro **7 mm : 10 = 0,7 cm**
lunghezza **10 mm : 10 = 1 cm**

Dopodichè eleveremo al quadrato il **diametro** e il **numero** delle **spire**:

0,7 x 0,7 = 0,49 D^2
5 x 5 = 25 N^2

Inserendo questi **dati**, compreso il **fattore Y** nella formula, otterremo:

μH = [(9,87 x 0,49 x 25) : (1.000 x 1)] x 0,761

Come **prima** operazione eseguiremo le moltiplicazioni racchiuse nella prima parentesi:

9,87 x 0,49 x 25 = 120,90

Come **seconda** operazione le moltiplicazioni racchiuse nella seconda parentesi:

1.000 x 1 = 1.000

Come **terza** operazione divideremo il risultato ricavato dalle due operazioni:

120,90 : 1.000 = 0,1209

Come **quarta** operazione moltiplicheremo il risultato per il fattore **Y** pari a **0,761**:

0,1209 x 0,761 = 0,092 microhenry

Per sapere su quale **frequenza** si accorda questa bobina useremo la formula :

MHz = 159 : $\sqrt{(\mu H \times pF\ totale)}$

Per ottenere il **pF totale** dovremo sommare alla capacità del compensatore **C9** da **15 pF** anche quelle del condensatore **C10** da **8,2 pF** e del condensatore **C8** da **4,7 pF** e in più le **capacità parassita** dello stampato e, poichè **non** conosciamo tale capacità, consideriamo a caso un valore di **7 pF**.
Facendo la somma otterremo:

15 + 8,2 + 4,7 + 7 = 34,9 pF totale

numero che possiamo arrotondare a **35 pF**.
Quindi ruotando il compensatore **C9** sulla sua **massima** capacità, il circuito dovrebbe oscillare sulla frequenza di:

159 : $\sqrt{0,092 \times 35}$ = 88,6 MHz

Ruotando alla **minima** capacità il compensatore **C9** ci ritroveremo una **capacità totale** di circa **20 pF**, quindi il circuito dovrebbe oscillare sui:

159 : $\sqrt{0,092 \times 20}$ = 117,2 MHz

Considerando le **tolleranze** dei **condensatori** e quelle della **capacità parassita**, possiamo affermare che con una bobina con **5 spire** riusciamo a rientrare nella gamma **88-108 MHz**.
Se dopo aver montato lo stadio oscillatore ci si accorge che il circuito oscilla da **90** a **118 MHz**, basterà **avvicinare** le spire della bobina in modo da ottenere una **lunghezza** di circa **9 mm**, mentre se oscilla da **80** a **106 MHz** basterà **allargare** leggermente le spire della bobina in modo da ottenere una **lunghezza** di **10,5 mm**.

CONCLUSIONE

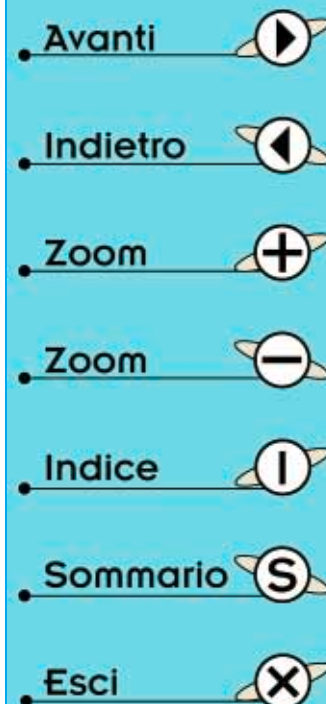
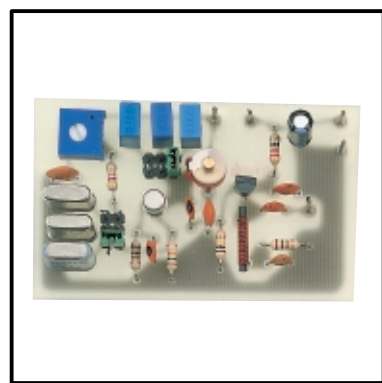
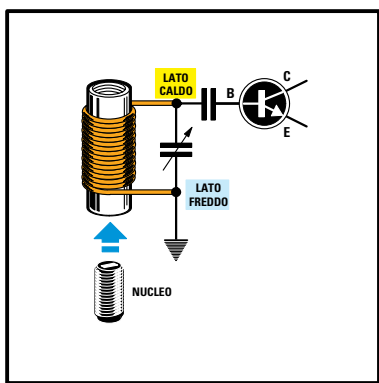
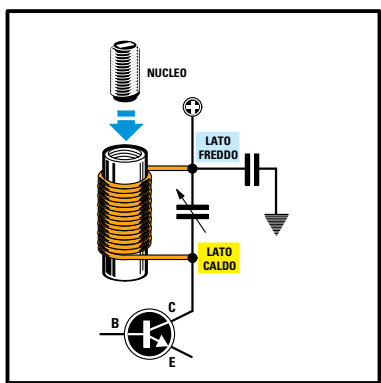
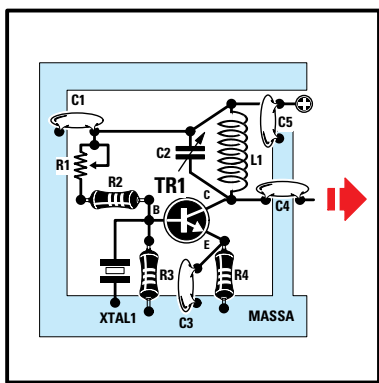
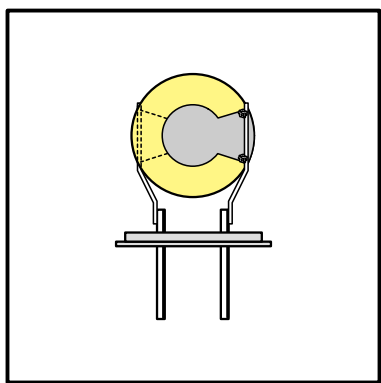
Usando una comune **calcolatrice tascabile** che senz'altro già possedete, riuscirete con estrema facilità a ricavare il valore in **microhenry** di una bobina, conoscendo il numero di spire, il diametro del supporto e la lunghezza dell'avvolgimento, oppure, se conoscete quale valore in **microhenry** deve avere la bobina per potervi sintonizzare su una determinata **frequenza**, potrete calcolare quante **spire** è necessario avvolgere su un **supporto** di diametro conosciuto.
Ricordate che più si **riduce** il diametro del supporto, più spire dovete avvolgere e, ovviamente, più **aumenta** questo diametro più si riduce il numero delle spire.
Se nel calcolare una qualsiasi bobina constatate che con il diametro prescelto bisogna avvolgere solo **2-3 spire**, vi consigliamo di **ridurre** il diametro del supporto in modo da poter avvolgere **7-8 spire**: infatti, maggiore sarà il numero delle spire avvolte, **minore** sarà l'errore sul valore in **microhenry** che otterrete dai vostri calcoli.
Anche se la bobina avvolta non avrà l'**esatto** valore in **microhenry** richiesto, non preoccupatevi perchè il **compensatore** posto in parallelo alla bobina (vedi fig.290) vi permetterà di sintonizzarvi sulla frequenza richiesta.

COSTO di REALIZZAZIONE

Costo dei componenti per realizzare il microtrasmettitore per la gamma **FM** degli **88-108 MHz** siglato **LX.5036** visibile nelle figg.319-321, compresi circuito stampato e microfono
Lire 17.000 **Euro 8,78**

Costo della sonda di carico **LX.5037** (vedi fig.313)
Lire 3.800 **Euro 1,96**

Costo del solo stampato **LX.5036**
Lire 2.800 **Euro 1,45**
Costo del solo stampato **LX.5037**
Lire 1.000 **Euro 0,52**

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

*imparare l'*ELETTRONICA *partendo da* ZERO

Anche se per raggiungere i vostri primi successi avete incontrato qualche difficoltà, leggendo queste nostre Lezioni vi renderete conto che, se l'**elettronica** viene spiegata in modo semplice e comprensibile, sono tutte facilmente superabili.

Se avete realizzato il piccolo **microtrasmettitore FM** in banda **88-108 MHz** presentato nella Lezione precedente, grande sarà stata la vostra soddisfazione nel constatare che anche un principiante può essere in grado di **trasmettere** a distanza la propria voce utilizzando un semplice circuito realizzato interamente con le proprie mani.

Dopo questo primo **successo**, se ci seguirete, acquisirete sempre maggiore sicurezza e quindi vi riuscirà via via più agevole realizzare progetti anche piuttosto impegnativi, che vi ripagheranno ampiamente dell'impegno e delle ore dedicate allo studio.

Non esitate mai a montare i piccoli circuiti che vi presentiamo, perchè i segreti dell'**elettronica** si apprendono molto di più rapidamente con la **pratica** che con la **teoria**.

In questa Lezione vi spiegheremo la differenza che esiste tra un quarzo in **fondamentale** e uno in **overtone** e se realizzerete il piccolo stadio oscillatore **LX.5038** che vi proponiamo, potrete comprendere come si comporta un **quarzo** e verificare se il circuito di sintonia **bobina+compensatore** si accorda su una **frequenza** diversa da quella stampigliata sul suo corpo.

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

OSCILLATORI RF a QUARZO

Nella Lezione precedente vi abbiamo spiegato che i **VFO** sono dei **generatori** di **segnali RF** che permettono, ruotando il **compensatore** o modificando il numero di spire della **bobina**, di variare con estrema facilità il valore della **frequenza** generata.
Chi ha realizzato un qualsiasi **VFO** avrà notato che, avvicinando una mano o un qualsiasi corpo metallico alla **bobina**, la **frequenza varia**, ed è proprio per evitare questo inconveniente che in molti ricetrasmettitori si preferisce utilizzare degli **oscillatori** pilotati da un **quarzo**.
Questi oscillatori, nei quali troviamo nuovamente una **bobina** e un **compensatore**, **non** vengono più utilizzati per variare la **frequenza** generata, ma solo per **eccitare** il quarzo.

I **quarzi**, come potete vedere nella foto in alto, possono avere la forma di parallelepipedo, oppure di cilindro e negli schemi elettrici vengono raffigurati con il simbolo grafico visibile in fig.327.
Non tutti sanno che all'interno di questi contenitori è racchiusa una **sottile** piastrina di **cristallo** di **quarzo** collegata a due terminali (vedi fig.328).
Eccitando tale **piastrina** con una tensione, questa inizia a **vibrare** come fosse un **diapason** generando in uscita un segnale **RF**.

La **frequenza** che un quarzo riesce a generare è stampigliata sul suo corpo, quindi un quarzo sul quale appaia l'indicazione **8,875 MHz** oscilla sulla frequenza di **8,875 MHz**, un quarzo sul quale appaia l'indicazione **27,150 MHz** oscilla sulla frequenza di **27,150 MHz**.
Ciò che determina la **frequenza** di risonanza non sono le dimensioni del quarzo, bensì lo **spessore** della sua **piastrina** e la formula per conoscere tale spessore è la seguente:

spessore in mm = 1,66 : MHz

Quindi un quarzo idoneo a generare una frequenza di **9 MHz** è provvisto di una **piastrina** dello spessore di:

1,66 : 9 = 0,1844 mm

Un quarzo idoneo a generare una frequenza di **27**

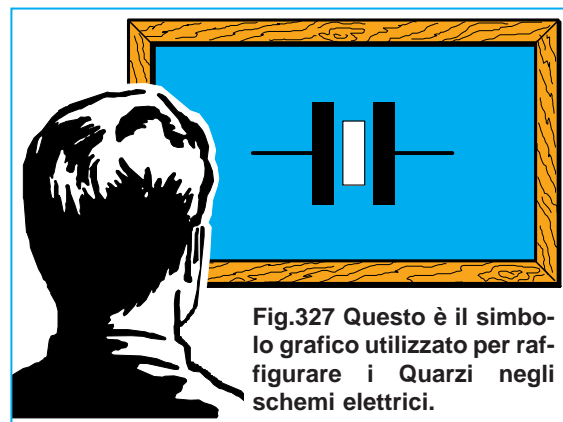



Fig.327 Questo è il simbolo grafico utilizzato per raffigurare i Quarzi negli schemi elettrici.

MHz, *dovrebbe* risultare provvisto di una piastrina **più sottile**, cioè dello spessore di:

1,66 : 27 = 0,06148 mm

mentre un quarzo idoneo a generare una frequenza di **80 MHz**, *dovrebbe* risultare provvisto di una piastrina di **quarzo** ancora **più sottile**, cioè dello spessore di:

1,66 : 80 = 0,02075 mm

È evidente che più si **sale** in frequenza più lo spessore della piastrina si **assottiglia** e, poichè questo **cristallo** è molto **fragile**, più è sottile, più facilmente si spezza se riceve un urto.

Come avrete notato, a proposito del quarzo da **27 MHz** abbiamo scritto "*dovrebbe risultare provvisto di una piastrina dello spessore di **0,06148 mm**",* e a proposito del quarzo da **80 MHz** abbiamo scritto "*dovrebbe risultare provvisto di una piastrina dello spessore di **0,02075 mm**"*, perchè all'interno di questi quarzi è inserita una **piastrina** il cui spessore risulta **3-5** volte maggiore rispetto alla frequenza che dovrebbero generare.

Vi chiederete quindi come una piastrina di spessore **maggiorato** possa oscillare su una frequenza diversa da quella ricavata dalla formula:

spessore in mm = 1,66 : MHz

ed ora ve lo spiegheremo in termini molto semplici.

Se prendiamo una piastrina dello spessore di **0,06148 mm**, che in pratica oscilla su una frequenza di:

1,66 : 0,06148 = 27 MHz

e sui suoi **due** lati incolliamo una piastrina da **0,06148 mm** (vedi fig.333), otteniamo uno spessore totale di:

0,06148 x 3 = 0,1844 mm

cioè uno spessore identico a quello necessario per far oscillare il quarzo sui **9 MHz**.

Questo quarzo composto da **3 piastrine sovrapposte** presenta la caratteristica di generare la stessa frequenza che potrebbe generare una **sola** piastrina, cioè **27 MHz**, ma anche di generare una frequenza **supplementare** pari allo spessore **totale** delle **3** piastrine, cioè:

1,66 : 0,1844 = 9 MHz

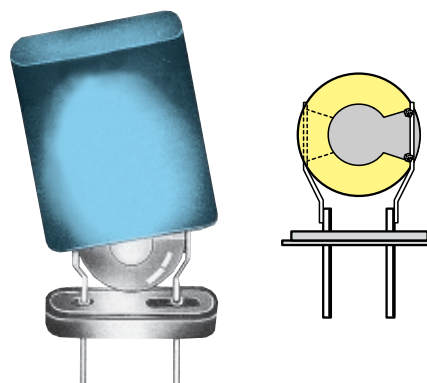



Fig.328 La piastrina del quarzo collegata ai due terminali d'uscita, è racchiusa in un piccolo contenitore metallico.

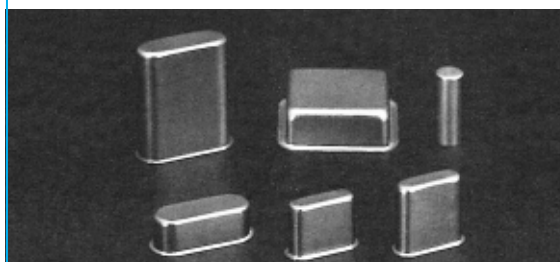



Fig.329 Il contenitore metallico nel quale è inserita la piastrina di quarzo può avere dimensioni e forme diverse.

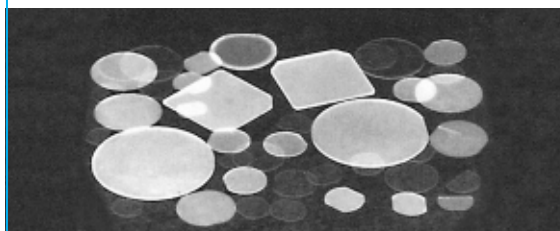



Fig.330 Nella foto, diverse piastrine di quarzo. Quello che determina la frequenza non sono le dimensioni ma lo spessore.

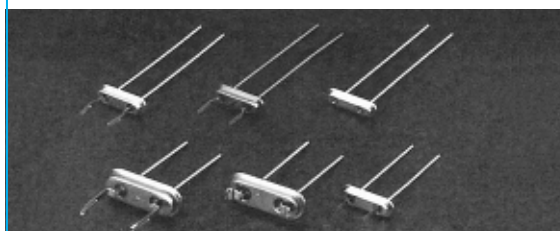



Fig.331 Le due superfici laterali del quarzo vengono saldate sui terminali che fuoriescono dal suo contenitore metallico.

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

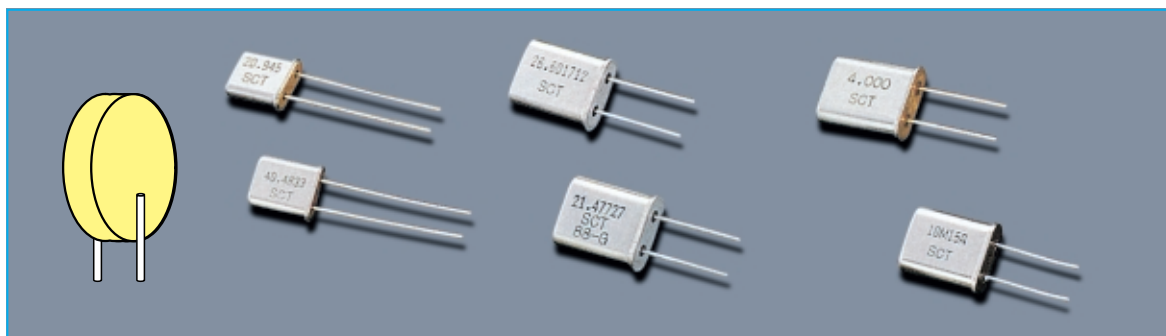



Fig.332 Sulla sinistra abbiamo raffigurato un dischetto di quarzo di spessore esagerato per dimostrarvi (vedi figg.333-334-335) che un determinato spessore si può ottenere anche sovrapponendo più piastrine di spessore minore. Sul contenitore metallico di ogni quarzo è sempre riportata la frequenza di lavoro espressa in MHz o in KHz.

Se prendiamo in considerazione uno spessore di **0,0184 mm**, che in pratica oscilla su una frequenza di:

1,66 : 0,0184 = 90 MHz

e sui suoi due lati incolliamo una piastrina da **0,0184 mm** (vedi fig.334), otteniamo uno spessore totale di:

0,0184 x 3 = 0,0552 mm

e con questo spessore il quarzo oscilla sia sulla frequenza di 90 MHz che su quella di:

1,66 : 0,0552 = 30 MHz

Aggiungendo altre **due** piastrine (vedi fig.335) otteniamo uno spessore **totale** di:

0,0184 x 5 = 0,092 mm

Questo quarzo composto da **5 piastrine** sovrapposte, presenta la caratteristica di generare la stessa frequenza che potrebbe generare una **sola** piastrina, cioè **90 MHz**, ma anche una frequenza **supplementare** determinata dallo spessore **totale** delle **5** piastrine, cioè:

1,66 : 0,092 = 18,04 MHz

Con questo esempio delle piastrine sovrapposte riteniamo vi sia ora chiaro il motivo per cui i quarzi overtone generano due frequenze diverse: una **più elevata** determinata dallo spessore della singola piastrina (stampigliata sull'involucro del quarzo), ed una notevolmente **inferiore**, determinata dallo spessore totale delle piastrine usate.
In realtà, i quarzi **overtone** si ottengono tagliando il cristallo in modo **completamente diverso** rispetto ai quarzi che devono oscillare **in fondamentale**.

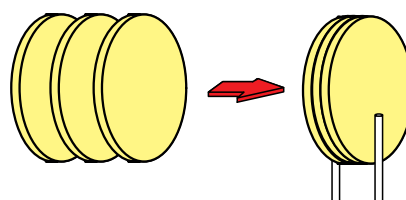



Fig.333 Incollando tre piastrine dello spessore di 0,06148 mm, si ottiene uno spessore totale di 0,1844 mm e, come spiegato nel testo, questo quarzo riesce ad oscillare sia sui 9 MHz che sui 27 MHz.

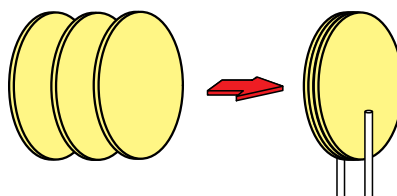



Fig.334 Incollando tre piastrine dello spessore di 0,0184 mm (una sola oscilla sui 90 MHz), si ottiene uno spessore totale di 0,0552 mm e questo quarzo riesce ad oscillare sia sui 90 MHz che sui 30 MHz.

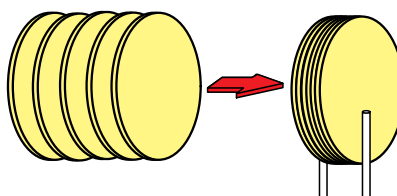



Fig.335 Incollando cinque piastrine dello spessore di 0,0184 mm (una sola oscilla sui 90 MHz), si ottiene uno spessore totale di 0,092 mm e questo quarzo riesce ad oscillare sia sui 90 MHz che sui 18,04 MHz.

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

QUARZI con 1 - 3 - 5 PIASTRINE

I quarzi con **1** sola piastrina sono chiamati **quarzi** in **fondamentale**, perchè possono oscillare **solo** sulla frequenza prestabilita dal loro **spessore**.

I quarzi con **3** oppure **5** piastrine sovrapposte sono chiamati **quarzi overtone**.

I quarzi **overtone** composti da **3 piastrine** sono definiti di **3° armonica** perchè, oltre a generare la **frequenza** indicata sul loro involucro, riescono a generare una frequenza **3** volte **inferiore**, determinata dallo **spessore totale**.

I quarzi **overtone** composti da **5 piastrine** sono definiti in **5° armonica** perchè, oltre a generare la **frequenza** riportata su loro involucro, riescono a generare una frequenza **5** volte **inferiore**, determinata dallo **spessore totale**.

QUARZI in FONDAMENTALE

I quarzi in **fondamentale** vengono normalmente costruiti fino ad una frequenza **max** di **20 MHz**.
Quindi se avete un quarzo da **1-10-15-18 MHz** sapete già che è in **fondamentale**.

QUARZI OVERTONE in 3° ARMONICA

I quarzi **overtone** in **3° armonica** vengono costruiti partendo da una frequenza **minima** di **20-22 MHz** fino ad arrivare ad una frequenza **massima** di circa **70 MHz**.
Quindi se avete un quarzo da **26** o **27 MHz** o da **40 MHz**, potete essere certi che si tratta di un **overtone** in **3° armonica**.

QUARZI OVERTONE in 5° ARMONICA

I quarzi **overtone** in **5° armonica** vengono costruiti partendo da una frequenza **minima** di **50-70 MHz** fino ad arrivare ad una frequenza **massima** di circa **100-120 MHz**.
Quindi se avete un quarzo da **80 MHz** potete essere certi che si tratta di un **overtone** in **5° armonica**.

LA FREQUENZA riportata sull'INVOLUCRO

La **frequenza** generata dal quarzo è sempre stampigliata sul suo involucro.
Sull'involucro è però presente solo un **numero**, ma non viene indicato se si tratta di **MHz** o **KHz**.

Pertanto, se acquistate un quarzo da **10 MHz**, non meravigliatevi di leggere sul suo involucro uno di questi numeri:

10 - 10.0 - 10.000 - 10000.0

Se acquistate un quarzo da **6 MHz**, potete trovare stampigliato uno di questi numeri:

6 - 6.00 - 6.000 - 6000.0

Se acquistate un quarzo da **27,15 MHz**, potete trovare uno di questi numeri:

27.150 - 27150 - 27150.0

Questi numeri **diversi** non devono preoccuparvi, perchè se richiedete un quarzo da **10 MHz**, ovviamente il negoziante vi fornirà un quarzo idoneo a generare tale frequenza.

LE 11 REGOLE di un oscillatore QUARZATO

1° - Scegliete sempre un **transistor** che abbia un **guadagno** superiore a **50**. Se sceglierete un transistor con un guadagno **basso**, otterrete in uscita una potenza **minore**.
Per conoscere il **guadagno** di un transistor potete utilizzare il kit siglato **LX.5014**, che vi abbiamo presentato nella **Lezione N.13**.

2° - Il transistor prescelto deve avere una **frequenza** di **taglio** maggiore della frequenza sulla quale volete farlo **oscillare**.
La frequenza di **taglio** è la frequenza **limite** che il transistor è in grado di amplificare.
Quindi se volete realizzare un oscillatore **quarzato** sui **30 MHz**, dovete scegliere un transistor con una frequenza di **taglio** di **50-60 MHz**.
Se volete realizzare un oscillatore **quarzato** sui **150 MHz**, dovete scegliere un transistor con una frequenza di **taglio** di **200-300 MHz**.

3° - Non utilizzate mai dei **transistor** di **potenza** pensando di ottenere una potenza maggiore.
Qualsiasi oscillatore realizzerete, vi accorgerete subito che i transistor di **bassa potenza** erogano in uscita la **medesima** potenza fornita dai transistor di **potenza**.

4° - Cercate di far assorbire al transistor, **senza** il **quarzo inserito**, una corrente di circa **9-10 mA**: pertanto, dopo aver realizzato un qualsiasi oscillatore **quarzato**, collegate sempre in **serie** alla tensione di alimentazione un **tester** (vedi fig.336) per controllare la **corrente** di assorbimento.
Per far assorbire al transistor una corrente di **9-10 mA**, dovete ruotare il trimmer **R1**, posto in serie tra la **B**ase ed il positivo di alimentazione.

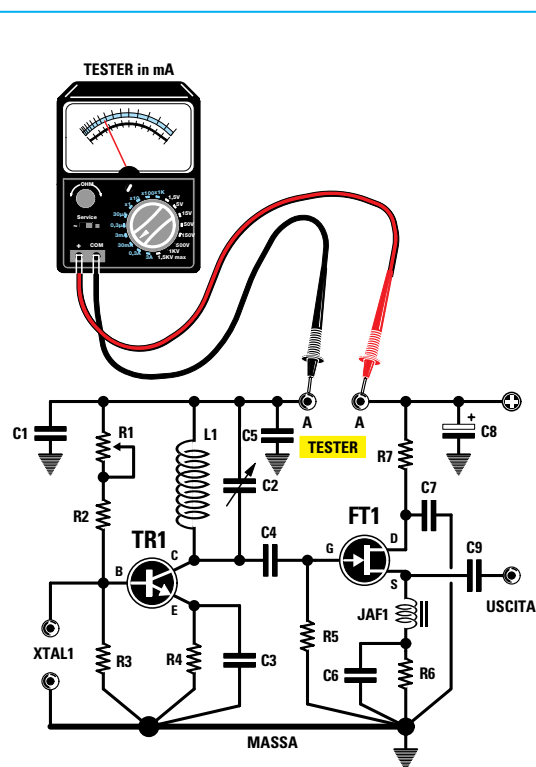



Fig.336 Prima di inserire un quarzo in uno stadio oscillatore, dovete ruotare il cursore del trimmer R1 in modo che il transistor assorba circa 9-10 milliamper. Dopo aver tarato il trimmer R1, potete misurare il valore totale di R1+R2 e poi utilizzare una sola resistenza di identico valore.

In molti schemi di oscillatori questo trimmer **non** è presente, perchè in fase di progettazione, dopo aver misurato il valore ohmico di **R1**, si inserisce **una** sola resistenza che abbia un valore pari a quello di **R1+R2**.
Se il valore **R1+R2** non corrisponde ad un valore ohmico **standard**, si ritocca il valore della resistenza **R3** in modo da far assorbire al transistor una corrente sempre di **9-10 mA**.

5° - Dopo aver inserito il quarzo, dovete ruotare il **compensatore** posto in parallelo alla **bobina**, fino a trovare la giusta capacità che lo fa oscillare. Negli **oscillatori quarzati**, quando il quarzo inizia ad **oscillare** la corrente di assorbimento varia di pochissimi **milliamper**: pertanto, per sapere quando il quarzo **oscilla** vi è una sola possibilità, vale a dire collegare all'uscita del fet la **sonda** di **carico** siglata **LX.5037** presentata nella **Lezione N.24** (vedi fig.337) e poi leggere su un **tester** la tensione erogata dallo stadio oscillatore.

6° - Se ruotando il **compensatore** non riuscite a trovare una posizione che fa **oscillare** il quarzo, sicuramente la **bobina** inserita nel circuito non ha il valore in **microhenry** richiesto, quindi la dovete sostituire con un'altra che abbia un numero di spire maggiore o minore.

7° - Per calcolare il numero di **spire** da avvolgere su un supporto per ottenere i **microhenry** richiesti, consigliamo di leggere la **Lezione N.24**.

8° - Non prelevate mai la frequenza dallo stadio oscillatore con un condensatore di elevata capacità

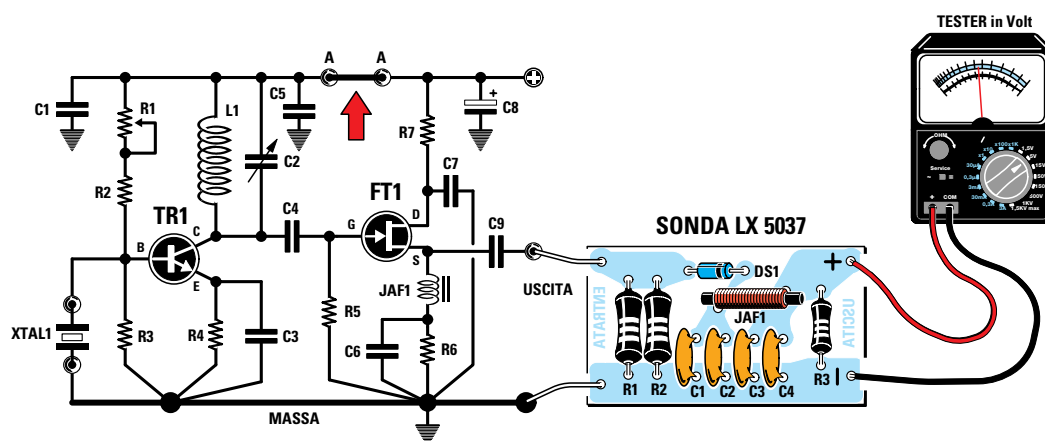
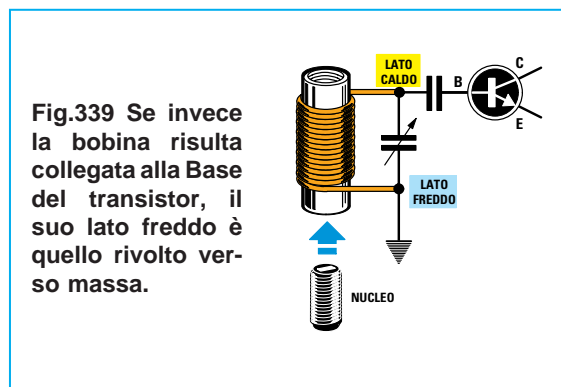
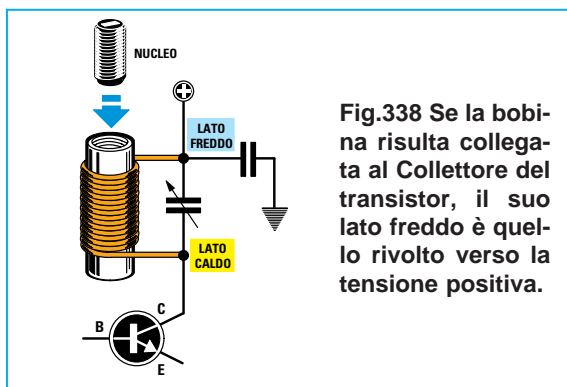



Fig.337 Tarato il trimmer R1, dovete cortocircuitare i due terminali A-A, inserire il Quarzo e a questo punto tarare il compensatore posto in parallelo alla bobina L1. Per stabilire quando il circuito di sintonia L1-C2 risulta sintonizzato sulla frequenza del quarzo, è necessario collegare all'uscita di FT1 la sonda di carico siglata LX.5037 che abbiamo presentato nella rivista N. 201.

Fig.338 Se la bobina risulta collegata al Collettore del transistor, il suo lato freddo è quello rivolto verso la tensione positiva.

Fig.339 Se invece la bobina risulta collegata alla Base del transistor, il suo lato freddo è quello rivolto verso massa.

(**100-150-220 pF**), perchè lo stadio oscillatore potrebbe **spegnersi**.
Quindi prelevate sempre il segnale con una **bassa** capacità, ad esempio **18-22 pF** (vedi **C4**).

9° - Se la bobina di sintonia è **provvista** di un **nucleo ferromagnetico**, lo dovete sempre inserire nel suo **lato freddo**.
Se la bobina è collegata al **C**ollettore del transistor (vedi fig.338), ricordate che il suo **lato freddo** è quello rivolto verso il **positivo** di alimentazione, mentre se la bobina è collegata alla **B**ase del transistor (vedi fig.339), il suo **lato freddo** è quello rivolto verso la massa.
Se inserite il **nucleo ferromagnetico** nel **lato caldo**, la bobina riuscirà sempre ad accordarsi, ma in questo modo **aumenterà** la corrente di assorbimento e **non** il suo **rendimento**.

10° - Dovete sempre collegare un condensatore ceramico da **10.000** o **47.000 pF** al terminale della bobina rivolto verso il **positivo** di alimentazione e l'opposta estremità a **massa**. Questa estremità non deve essere collegata ad una **massa** qualsiasi del circuito stampato, ma possibilmente allo stesso **punto** di **massa** al quale sono collegati la resistenza e il condensatore di **E**mettitore (vedi fig.343).
Collegando questo condensatore ad una **massa qualsiasi**, il circuito potrebbe **non** oscillare oppure generare una infinità di **frequenze spurie**.

11° - Se utilizzate una bobina con un valore in **microhenry** pari alla **metà** del richiesto, riuscirete ugualmente a far **oscillare** il quarzo, ma sull'uscita dello stadio oscillatore otterrete una **frequenza** che sarà un **multiplo** o il **triplo** rispetto a quella stampigliata sul suo corpo.
Ad esempio, se avete un quarzo da **8,5 MHz** che richiede una bobina da **10 microhenry** ed utilizzate una bobina che ha un valore di **4,7 microhenry**, il quarzo oscillerà ugualmente, ma in uscita preleverete una frequenza di **17** o **25,5 MHz**.

DALLA TEORIA alla PRATICA

Per vedere come si comporta uno **stadio oscillatore** con un quarzo in **fondamentale** oppure con uno in **overtone**, la soluzione più semplice è quella di montarlo e farlo funzionare.

Lo schema che abbiamo scelto utilizza un **transistor** come **oscillatore**, seguito da un **fet** che funge da **stadio separatore** a **fet** (vedi fig.344).
Come appare evidenziato dallo schema elettrico, nella **B**ase del transistor **TR1** è possibile inserire, tramite il ponticello **J1**, uno dei **3 quarzi** inclusi nel kit.
I primi due quarzi sono in **fondamentale** e generano una frequenza di **8,867 MHz - 13,875 MHz**.
Il terzo quarzo è invece un **overtone** in **3° armonica**, la cui frequenza di lavoro può risultare compresa tra i **26 MHz** e i **27 MHz**.

Se nel kit troverete inserito un quarzo da **26,7 MHz**, riuscirete a farlo oscillare sui **26,7 MHz** ma anche sui **26,7 : 3 = 8,9 MHz**.
Se all'interno del kit troverete inserito un quarzo da **27 MHz**, riuscirete a farlo oscillare sia sui **27 MHz** che sui **27 : 3 = 9 MHz**.

Tramite il ponticello **J2** potete inserire nel **C**ollettore del transistor **TR1** una delle **3 bobine** racchiuse entro un piccolo contenitore plastico, che hanno i seguenti valori d'induttanza:

10 - 4,7 - 1,0 microhenry

CALCOLO valore dell'INDUTTANZA

Per calcolare il valore in **microhenry** della bobina da applicare sul **C**ollettore del transistor, potete usare questa formula:

microhenry = 25.300 : [(MHz x MHz) x pF]

MHz è la frequenza del **quarzo**

pF è il valore del **compensatore** da collegare in

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

Fig.340 Per ricavare il valore in MHz della frequenza oppure i picofarad (pF) del condensatore o i microhenry (µH) della bobina, potete usare queste semplici formule.

parallelo alla bobina di sintonia
microhenry (µH) è il valore della bobina

Poichè nel kit sono contenuti tre **quarzi** che oscillano su queste frequenze:

8,867 MHz - 13,875 MHz - 26 o **27 MHz**.

per eseguire i calcoli potete eliminare nei primi due quarzi l'**ultimo** decimale perchè **non** è determinante, mentre nel caso dell'ultimo quarzo, che potrebbe risultare da **26** o da **27 MHz**, potete considerare la frequenza massima di **27 MHz**.

Consultando l'elenco componenti (vedi fig.344) scoprirete che il **compensatore C3** posto in parallelo alla **bobina**, ha una capacità che può essere variata tra **5-27 pF**: per eseguire il calcolo vi consigliamo pertanto di considerare la capacità **massima** e di sommare poi a questa le **capacità parassite** del circuito stampato e del transistor.

Poichè non potete conoscere queste **capacità parassite**, potete sommare **8 picofarad** anche perchè, se dovessero risultare di valore **inferiore**, il **compensatore** vi consentirà comunque di correggere tali differenze.
Quindi, sommando alla capacità del **compensatore** pari a **27 pF** gli **8 pF** delle **capacità parassite,** otterrete una **capacità totale** di **35 pF**.

Conoscendo questo dato potete calcolare il valore dell'**induttanza** da utilizzare per far oscillare questi quarzi da **8,86 - 13,87 - 27 MHz**:

quarzo da 8,86 MHz - capacità 35 pF
25.300 : (8,86 x 8,86 x 35) = 9,20 µH

quarzo da 13,87 MHz - capacità 35 pF
25.300 : (13,87 x 13,87 x 35) = 3,75 µH

quarzo da 27 MHz - capacità 35 pF
25.300 : (27 x 27 x 35) = 0,99 µH

In **teoria** si dovrebbero utilizzare questi tre valori d'induttanza **9,20 - 3,75 - 0,99 microhenry**, ma poichè questi non sono **standard**, nel kit abbiamo inserito **10 - 4,7 - 1 microhenry**.

CALCOLO FREQUENZA di ACCORDO

Per verificare se ruotando il **compensatore** dalla sua **minima** capacità di **5 pF** fino alla sua **massima** capacità di **27 pF** è possibile sintonizzarsi sulla frequenza del quarzo, potete usare questa formula:

MHz = 159 : $\sqrt{\text{pF totali x microhenry}}$

Avendo considerato **8 pF** di **capacità parassite**, il **compensatore** non partirà da **5 pF**, ma da un valore **minimo** di **5 + 8 = 13 pF**.

Quindi nei calcoli potete assumere come capacità **minima** il valore di **13 pF** e come capacità **massima** il valore di **35 pF**.

Per ricavare il valore della frequenza in **MHz**, dovete prima moltiplicare i **picofarad** per i **microhenry** e poi estrarre la **radice quadrata**, usando una comune calcolatrice tascabile che abbia la funzione √, dividendo poi **159** per il risultato della radice quadrata.

capacità 13 pF - induttanza 10 microhenry
159 : $\sqrt{13 \text{ x } 10}$ = 13,94 MHz

capacità 35 pF - induttanza 10 microhenry
159 : $\sqrt{35 \text{ x } 10}$ = 8,49 MHz

Zoom

Quindi con una induttanza da **10 microhenry** in via **teorica** potete sintonizzarvi da una frequenza di **8,4 MHz** fino ad una frequenza di **13,9 MHz**; pertanto questa induttanza risulterà idonea per il solo quarzo da **8,86 MHz**, perchè per il quarzo da **13,87 MHz** siamo quasi al limite.

capacità 13 pF - induttanza 4,7 microhenry
159 : $\sqrt{13 \times 4,7}$ = 20,34 MHz

capacità 35 pF - induttanza 4,7 microhenry
159 : $\sqrt{35 \times 4,7}$ = 12,39 MHz

Con una induttanza da **4,7 microhenry** potete sintonizzarvi in via **teorica** da una frequenza di **12,39 MHz** fino ad una frequenza di **20,34 MHz**, pertanto questa induttanza risulta idonea per il solo quarzo da **13,87 MHz**.

capacità 13 pF - induttanza 1 microhenry
159 : $\sqrt{13 \times 1}$ = 44,0 MHz

capacità 35 pF - induttanza 1 microhenry
159 : $\sqrt{35 \times 1}$ = 26,87 MHz

Con una induttanza da **1 microhenry** potete sintonizzarvi, sempre in via **teorica**, da una frequenza di **26,87 MHz** fino ad una frequenza di **44 MHz**, quindi questa induttanza risulta idonea per il soli quarzi da **26-27 MHz**.

CALCOLO valore della CAPACITÀ

Conoscendo il valore in **microhenry** della bobina e la **frequenza** del quarzo, potete calcolare il valore di **capacità** da collegare in parallelo alla bobina, utilizzando la formula:

pF = 25.300 : [(MHz x MHz) x microhenry]

Quindi per potervi sintonizzare sugli **8,86 MHz** con una induttanza da **10 microhenry**, in via **teorica** sarebbe necessaria questa capacità:

25.300 : [(8,86 x 8,86) x 10] = 32,22 pF

Per potervi sintonizzare sui **13,87 MHz** con una induttanza da **4,7 microhenry**, in via **teorica** sarebbe necessaria questa capacità:

25.300 : [(13,87 x 13,87) x 4,7] = 27,98 pF

Per potervi sintonizzare sui **27 MHz** con una induttanza da **1 microhenry**, in via **teorica** sarebbe

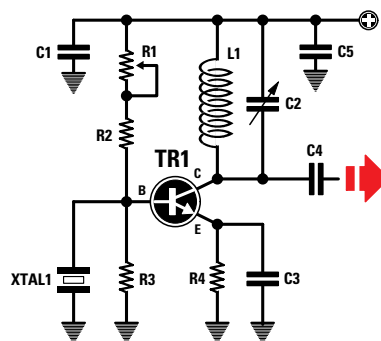



Fig.341 Tutti i componenti da collegare a Massa, vanno applicati il più vicino possibile alla Massa alla quale sono collegati la resistenza e il condensatore che alimentano l'Emettitore del transistor.

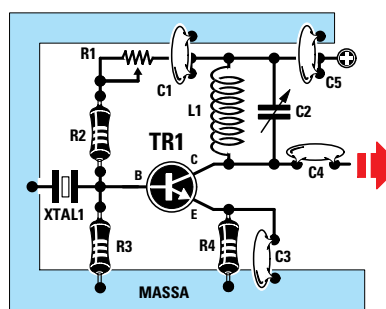



Fig.342 Se collegate i condensatori di fuga C1-C5 e anche il quarzo XTAL1 molto lontano dalla Massa alla quale sono collegati la resistenza R4 e il condensatore C3, il circuito potrebbe non oscillare.

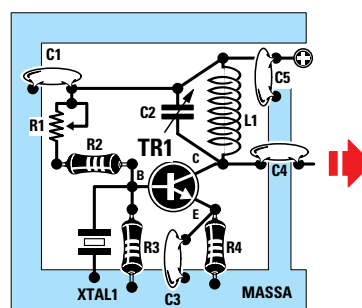



Fig.343 Come potete vedere in questo esempio, il condensatore C5 risulta collegato vicinissimo al lato freddo della bobina L1 e l'opposta estremità ad una pista di massa in prossimità di R4-C3.

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

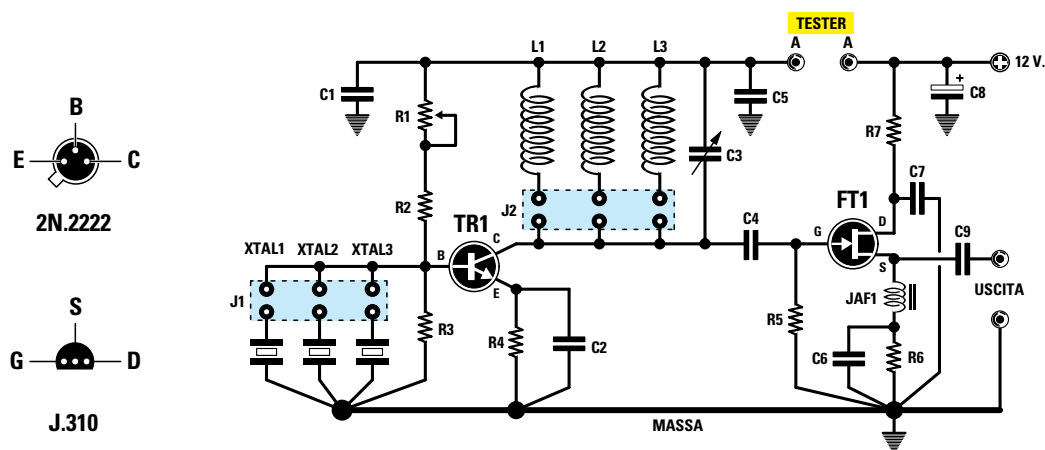



Fig.344 Schema elettrico dello stadio oscillatore che permette di vedere come si comporta un quarzo, inserendo nel Collettore del transistor tre diverse bobine. Le connessioni del transistor TR1 e del fet FT1 raffigurate sulla sinistra, sono viste da sotto.

ELENCO COMPONENTI LX.5038

R1 = 47.000 ohm trimmer
R2 = 47.000 ohm
R3 = 15.000 ohm
R4 = 100 ohm
R5 = 100.000 ohm
R6 = 100 ohm
R7 = 22 ohm
C1 = 10.000 pF ceramico
C2 = 47 pF ceramico
C3 = 5-27 pF compensatore
C4 = 22 pF ceramico
C5 = 10.000 pF ceramico
C6 = 1.000 pF ceramico
C7 = 10.000 pF ceramico
C8 = 10 microF. elettrolitico
C9 = 100 pF ceramico
JAF1 = impedenza di blocco
TR1 = NPN tipo 2N.2222
FT1 = fet tipo J.310
L1 = 10 microhenry
L2 = 4,7 microhenry
L3 = 1 microhenry
XTAL1 = quarzo 8,867 MHz
XTAL2 = quarzo 13,875 MHz
XTAL3 = quarzo 27,125 MHz
J1-J2 = ponticelli

Fig.345 Schema pratico di montaggio dello stadio oscillatore di fig.344. Quando inserite il transistor metallico TR1, dovete rivolgere la piccola sporgenza presente sul suo corpo verso il trimmer R1.
Potete alimentare questo circuito anche con una tensione di 9 volt.

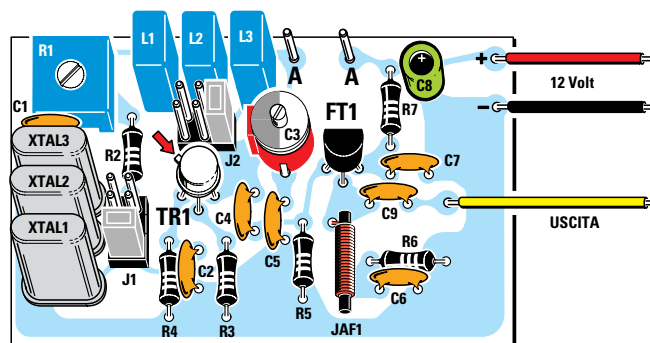



Fig.346 Foto di uno dei nostri montaggi utilizzato per il collaudo.
In questo esemplare mancano ancora il disegno serigrafico dei componenti e la lacca protettiva, che sono invece presenti sui circuiti stampati che vi forniremo assieme al kit.

necessaria questa capacità:

25.300 : [(27 x 27) x 1] = 34,7 pF

Facciamo presente che i **calcoli teorici** sono sempre molto approssimativi, **non** conoscendo il valore di tutte le **capacità parassite** presenti nel montaggio (circuito stampato, collegamenti, ecc.) e nemmeno quale **tolleranza** abbia il **compensatore** di accordo.

DOPO aver montato L'OSCILLATORE

Dopo aver montato sul circuito stampato **LX.5038** tutti i componenti disponendoli come visibile nello schema pratico di fig.345, dovete eseguire queste semplici operazioni:

1° - Ruotate a **metà corsa** il cursore del trimmer **R1** posto sulla **B**ase del transistor.

2° - Togliete lo spinotto dal connettore **J1**, perchè per tarare la **corrente** di assorbimento del transistor **non** dovrà risultare inserito nessun **quarzo**.

3° - Inserite lo spinotto di cortocircuito **J2** in uno dei tre connettori per collegare al **C**ollettore del transistor una **qualsiasi** delle tre bobine.

4° - Collegate un **tester**, commutato sulla portata **20-30 mA** fondo scala, ai due terminali capifilo indicati **A-A** (vedi fig.347).

5° - Applicate al circuito una tensione di **12 volt** e poi controllate sul **tester** quanta **corrente** assorbe il transistor. Poichè difficilmente assorbirà una corrente di **9-10 mA**, dovete ruotare il cursore del trimmer **R1** fino a fargli assorbire una corrente di circa **9-10 mA** (vedi fig.348).

6° - Ottenuta questa condizione, **scollegate** il tester dai terminali **A-A** e con un corto spezzone di filo **cortocircuitateli** (vedi fig.349), in modo da far giungere i **12 volt positivi** di alimentazione sul **C**ollettore del transistor.

7° - Collegate all'uscita del fet **FT1** la **sonda** di **carico LX.5037** (vedi fig.350) e a quest'ultima il vostro **tester** commutato sulla portata **10 volt CC** fondo scala.

Dopo aver eseguito queste semplici operazioni, cercate di far **oscillare** i tre quarzi e, a questo proposito, scoprirete che delle **bobine** che in via teorica **non** dovrebbero far oscillare un determinato **quarzo** perchè non hanno il richiesto valore d'**induttanza**, lo fanno **oscillare** ugualmente, e di questo vorrete sicuramente conoscere il motivo.

Bobina 10 microhenry   Quarzo 8,867 MHz

Inserite lo spinotto di cortocircuito **J1** in corrispondenza del quarzo da **8,867 MHz** e poi ruotate il perno del compensatore **C3**; quando avrete trovato l'esatta capacità che fa oscillare il quarzo, lo noterete immediatamente perchè la tensione **RF** rilevata dalla **sonda di carico** fornirà una tensione continua di **2,2-2,9 volt**.

Bobina 10 microhenry   Quarzo 13,875 MHz

Inserite lo spinotto di cortocircuito **J2** in corrispondenza della bobina da **10 microhenry** e lo spinotto **J1** in corrispondenza del quarzo **13,875 MHz**.

Con un piccolo cacciavite ruotate il perno del compensatore **C3** e se il quarzo dovesse **oscillare** a causa della **tolleranza** del compensatore o della bobina, vedrete la lancetta del **tester**, collegato alla **sonda** di **carico**, indicare un valore di tensione. Se la lancetta del tester rimane immobile su **0 volt**, potete dedurne che il circuito non riesce ad accordarsi sui **13,875 MHz**.

Bobina 10 microhenry   Quarzo 26-27 MHz

Inserite lo spinotto di cortocircuito **J1** in corrispondenza del quarzo **26-27 MHz** e poi ruotate il perno del compensatore **C3**; anche se la bobina **non** ha un valore in **microhenry** idoneo per far **oscillare** un quarzo da **26-27 MHz**, troverete una posizione in cui il **tester**, collegato all'uscita della **sonda** di **carico**, rileverà una tensione di circa **2,9 volt** e ciò starà ad indicare che il quarzo **oscilla**.
Con questa induttanza il quarzo **non** oscillerà sulla frequenza dei **26-27 MHz**, ma sulla sua frequenza **fondamentale**, cioè sullo **spessore totale** delle tre piastrine (vedi fig.333); quindi questo quarzo, essendo un **overtone** in **3° armonica**, oscillerà sulla frequenza di **27 : 3 = 9 MHz**.
Infatti, dai calcoli eseguiti in precedenza sapete che una bobina da **10 microhenry** riesce a coprire, con un compensatore da **5-27 pF**, una gamma di frequenze comprese tra **8,49** e **13,94 MHz**.
È intuitivo che il segnale **RF** generato, non potrà essere di **27 MHz**.

Bobina 4,7 microhenry   Quarzo 8,867 MHz

Inserite lo spinotto di cortocircuito **J1** in corrispondenza del quarzo da **8,867 MHz** e poi ruotate il perno del compensatore **C3**: anche se sapete che una bobina da **4,7 microhenry** riesce a coprire una gamma di frequenze da **12,39** a **20,34 MHz**, noterete che in questo caso il **tester** rileva una tensione di circa **2,9-3,2 volt** e ciò significa che questo

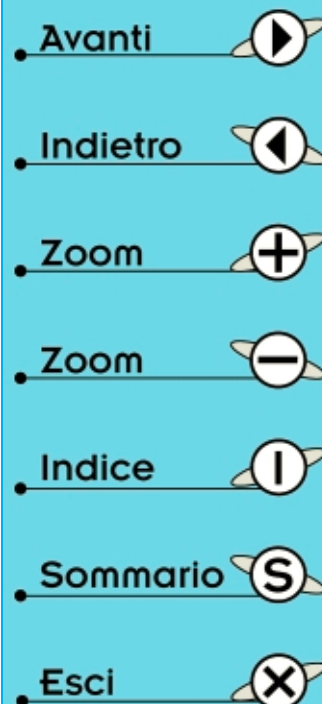



Fig.347 Dopo aver tolto lo spinotto femmina di cortocircuito dal connettore J1 ed inserito lo spinotto J2 in una delle tre bobine, collegate un tester ai due terminali A-A posti sulla portata 20-30 mA/CC.

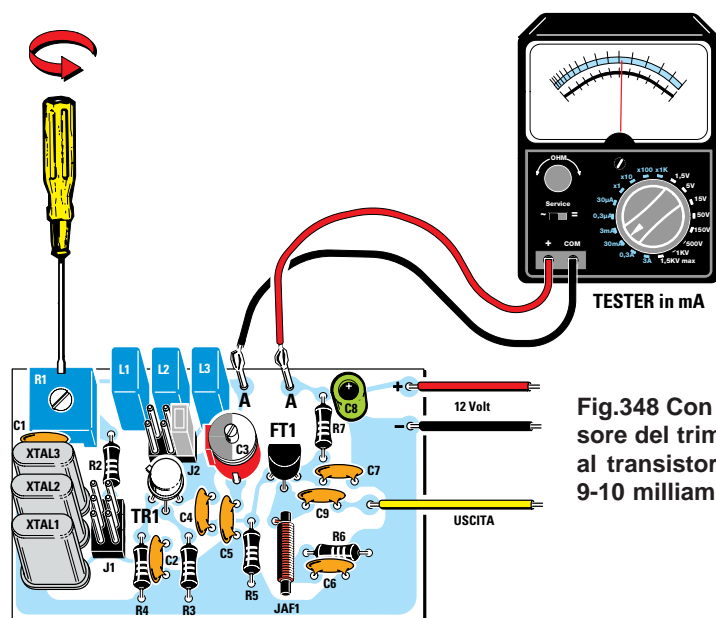
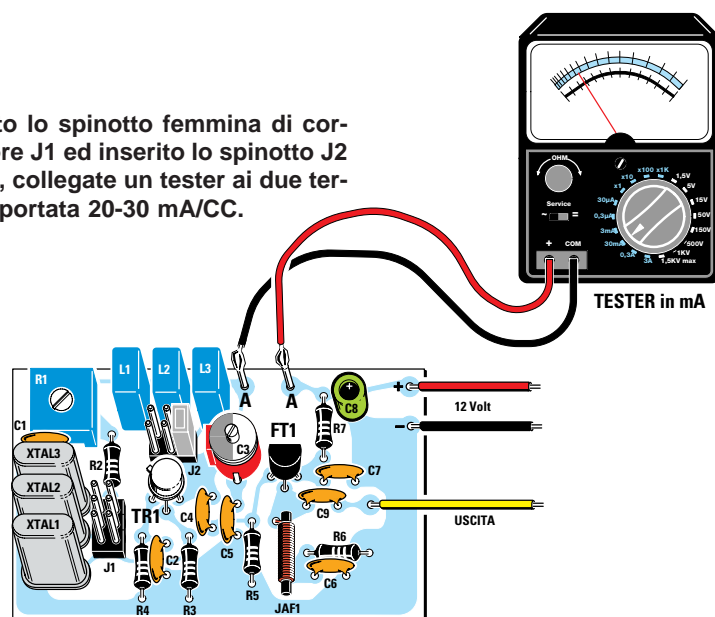
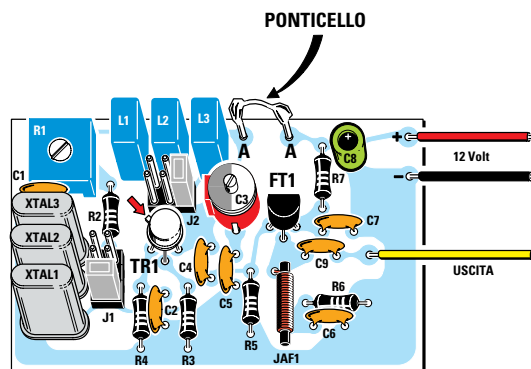
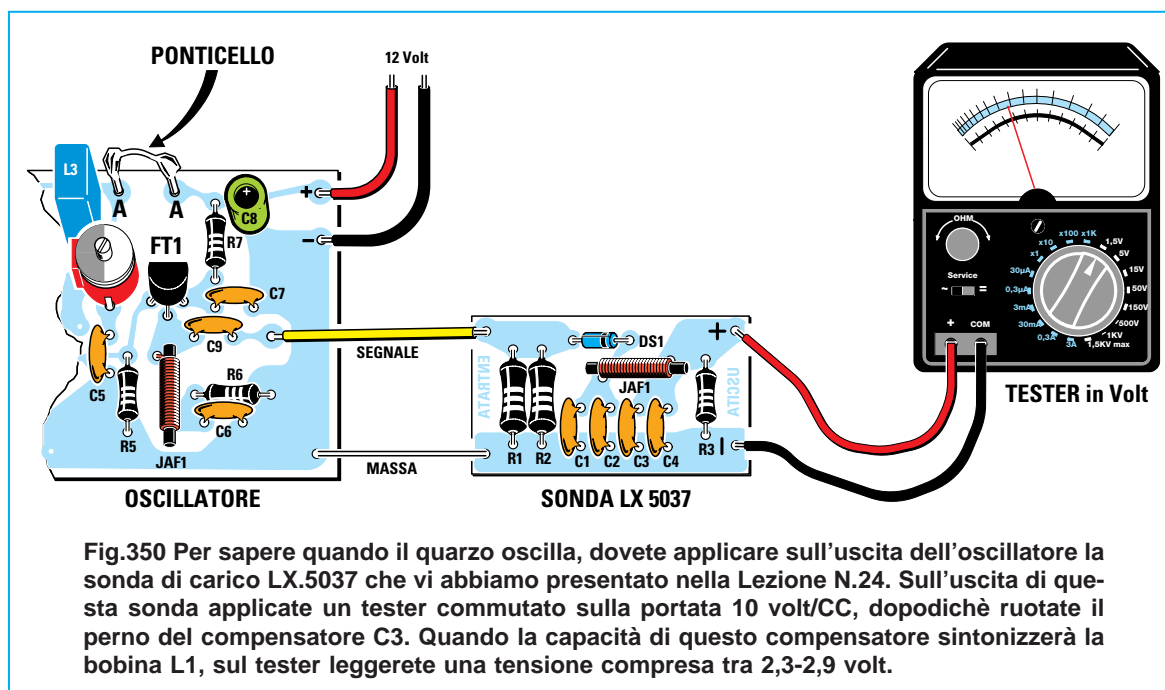



Fig.348 Con un cacciavite ruotate il cursore del trimmer R1 fino a far assorbire al transistor TR1 una corrente di circa 9-10 milliamper.

Fig.349 Dopo aver tarato il trimmer R1, cortocircuitate i due terminali A-A ed inserite lo spinotto femmina nel connettore J1 in corrispondenza del quarzo da 8,867 MHz e lo spinotto J2 in corrispondenza di una delle tre bobine (leggere testo).

Fig.350 Per sapere quando il quarzo oscilla, dovete applicare sull'uscita dell'oscillatore la sonda di carico LX.5037 che vi abbiamo presentato nella Lezione N.24. Sull'uscita di questa sonda applicate un tester commutato sulla portata 10 volt/CC, dopodichè ruotate il perno del compensatore C3. Quando la capacità di questo compensatore sintonizzerà la bobina L1, sul tester leggerete una tensione compresa tra 2,3-2,9 volt.

quarzo riesce ad **oscillare**.
Con questa induttanza il quarzo **non** oscillerà sulla frequenza di **8,867 MHz**, ma su una frequenza **doppia**, più precisamente su:

8,867 x 2 = 17,734 MHz

Se aveste un **frequenzimetro digitale** da collegare all'uscita dello stadio oscillatore, questo indicherebbe una frequenza di **17,734 MHz**.

Bobina 4,7 microhenry   Quarzo 13,875 MHz

Ora inserite lo spinotto di cortocircuito **J2** in corrispondenza della bobina da **4,7 microhenry** e lo spinotto **J1** in corrispondenza del quarzo da **13,875 MHz** e con un piccolo cacciavite ruotate il perno del compensatore **C3**: quando troverete la giusta capacità che farà **oscillare** il quarzo, vedrete la lancetta del **tester**, collegato alla **sonda** di **carico**, indicare un valore di tensione di circa **2,6 volt**. Con questa induttanza otterrete una frequenza esattamente di **13,875 MHz**.

Bobina 4,7 microhenry   Quarzo 26-27 MHz

Inserite lo spinotto di cortocircuito **J1** in corrispondenza del quarzo **26-27 MHz** e poi ruotate il perno del compensatore **C3**: anche se la bobina **non** ha un valore in **microhenry** idoneo per far **oscillare** un quarzo da **26-27 MHz**, troverete una posizione in cui il **tester**, collegato all'uscita della **sonda** di **carico**, rileverà una tensione di circa **2,6 volt** e ciò sta ad indicare che il quarzo **oscilla**.
Con questa induttanza il quarzo **non** oscillerà sulla frequenza dei **26-27 MHz**, ma sulla sua frequenza **fondamentale** di **9 MHz** moltiplicata per **2**, cioè sui **9 x 2 = 18 MHz**, perchè una bobina da **4,7 microhenry** riesce a coprire una gamma di frequenze da **12,39** a **20,34 MHz**.

Bobina 1 microhenry   Quarzo 8,867 MHz

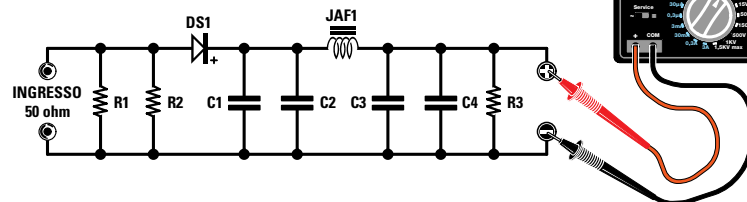
Inserite lo spinotto di cortocircuito **J1** in corrispondenza del quarzo **8,867 MHz** e poi ruotate il perno del compensatore **C3**: anche se sapete che una bobina da **1 microhenry** riesce a coprire una gamma di frequenze da **26,87** a **44 MHz**, ruotando il compensatore **C3** troverete una posizione in cui il **tester** rileverà una tensione di circa **2,6 volt** e ciò sta a significare che il quarzo **oscilla**.
Con questa induttanza il quarzo **non** oscillerà sulla frequenza di **8,867 MHz**, ma su una frequenza **tripla**, più precisamente su:

8,867 x 3 = 26,6 MHz

Se aveste un **frequenzimetro digitale** da collegare all'uscita dello stadio oscillatore, questo indicherebbe una frequenza di **26,6 MHz**.

Bobina 1 microhenry   Quarzo 26-27 MHz

Inserite lo spinotto di cortocircuito **J1** in corrispondenza del quarzo **26-27 MHz** e poi con un piccolo

Fig.351 Schema elettrico ed elenco componenti della sonda LX.5037. Poichè all'ingresso abbiamo collegato in parallelo due resistenze da 100 ohm, il valore R risulterà pari a 50 ohm. Questa sonda può misurare una potenza massima di 1 Watt.

ELENCO COMPONENTI LX.5037

R1 = 100 ohm 1/2 watt
R2 = 100 ohm 1/2 watt
R3 = 68.000 ohm
C1 = 10.000 pF ceramico
C2 = 1.000 pF ceramico
C3 = 10.000 pF ceramico
C4 = 1.000 pF ceramico
DS1 = diodo schottky HP.5082
JAF1 = impedenza RF

cacciavite ruotate il perno del compensatore **C3**: quando troverete la giusta capacità che farà **oscillare** il quarzo, vedrete la lancetta del **tester**, collegato alla **sonda** di **carico**, indicare un valore di tensione di circa **2,2 volt**.
Con questo valore d'induttanza il quarzo oscillerà sulla sua esatta frequenza di **26-27 MHz**.

Eseguendo questi **test** apprenderete che è possibile far oscillare un quarzo anche utilizzando delle bobine che hanno un valore in **microhenry** notevolmente **minore** del richiesto: in questi casi si ottengono però delle **frequenze** che sono sempre dei **multipli** rispetto al valore stampigliato sull'involucro del quarzo.

Quindi per conoscere il valore in **microhenry** della bobina da inserire in uno stadio oscillatore a **quarzo**, vi consigliamo di usare la formula:

microhenry = 25.300 : (MHz x MHz x pF)

Il valore in **MHz** da inserire nella formula è quello del **quarzo** e il valore in **pF** è la capacità **massima** del compensatore collegato in **parallelo** alla bobina, alla quale vanno sommati circa **7-8 pF** di **capacità parassita**.

Il valore in **microhenry** che otterrete da questo calcolo può essere tranquillamente arrotondato, quindi, ammesso che esso sia di **8,37** o **9,50 microhenry**, potrete utilizzare una bobina da **8** o **10 microhenry**.

Se dal calcolo ricavate un valore di **3,90** o **5 microhenry**, potete tranquillamente utilizzare una bobina da **4,7 microhenry** e se ottenete un valore di **1,1 microhenry** il quarzo oscillerà ugualmente anche con **0,8** o **1,3 microhenry**.

ORA controlliamo la POTENZA

Dopo aver fatto oscillare il **quarzo**, potete controllare quale **potenza** eroga lo stadio oscillatore applicando sulla sua uscita la **sonda** di **carico LX.5037** presentata nella **Lezione 24**.

Ruotando il perno del **compensatore C3** sapete già che quando il quarzo **oscilla**, il tester rileva una tensione che può variare, in funzione della **bobina** prescelta e del **beta** del transistor, su valori compresi tra **1,7** e **2,9 volt**.

Maggiore è la tensione che fuoriesce dalla **sonda** di **carico** maggiore risulta la **potenza** del segnale

Fig.352 Per conoscere la potenza in Watt potete usare questa formula. Sapendo che il valore di R è pari a 50 ohm e che sommando 50+50 si ottiene 100 ohm, questa formula può essere semplificata come segue: watt = (volt x volt) : 100.

RF erogata dal transistor e per conoscerla potete usare questa formula:

watt = [(volt x volt) : (R + R)]

volt = è il valore della tensione che leggerete sul **tester** collegato alla **sonda** di carico.
R = è il valore **ohmico** della resistenza applicata sull'ingresso della **sonda** di carico.
Poichè le due resistenze **R1-R2** applicate in parallelo sull'ingresso della sonda di carico sono da **100 ohm**, otterrete un valore di **50 ohm**.
Facendo la somma **50+50** otterrete **100 ohm**, pertanto la formula riportata in fig.352 può essere semplificata come segue:

watt = (volt x volt) : 100

Se sull'uscita della sonda è presente una tensione di **1,7 volt**, la potenza erogata dallo stadio oscillatore risulta di:

(1,7 x 1,7) : 100 = 0,0289 watt

Se sull'uscita della sonda è presente una tensione di **2,6 volt**, la potenza erogata dallo stadio oscillatore risulta di:

(2,6 x 2,6) : 100 = 0,0676 watt

Per convertire queste potenze in **milliwatt** è necessario moltiplicarle per **1.000**:

0,0289 x 1.000 = 28,9 milliwatt

0,0676 x 1.000 = 67,6 milliwatt

La **potenza** calcolata risulta in pratica leggermente **maggiore**, perchè bisogna tenere presente che il **diodo** raddrizzatore inserito nella **sonda** di carico provoca una caduta di tensione di circa **0,6 volt**. Pertanto, se il **tester** rileva **1,7 volt**, la reale tensione fornita dal transistor risulta di **1,7 + 0,6 = 2,3 volt** e con questa tensione la potenza è pari a:

(2,3 x 2,3) : 100 = 0,0529 watt

Se il **tester** rileva **2,6 volt** e a questa tensione viene sommata la **caduta** del diodo pari a **0,6 volt**, si ottiene **2,6 + 0,6 = 3,2 volt**, quindi la reale potenza erogata dal transistor risulta di:

(3,2 x 3,2) : 100 = 0,1024 watt

Più alto è il **guadagno** del transistor maggiore è la tensione prelevata sull'uscita della **sonda** di carico.

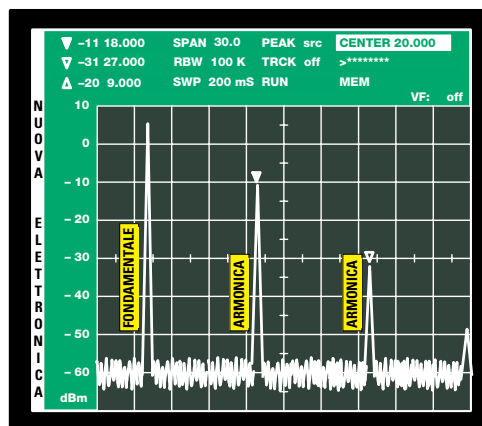



Fig.353 Vogliamo far presente che la sonda di carico, come tutti i Wattmetri RF, è bugiarda perchè misura la potenza delle frequenza fondamentale, ma a questa somma anche la potenza di tutte le armoniche. Se all'uscita dell'oscillatore venisse collegato un Analizzatore di Spettro, vedremmo tutte le armoniche che ovviamente la sonda di carico misurerà.

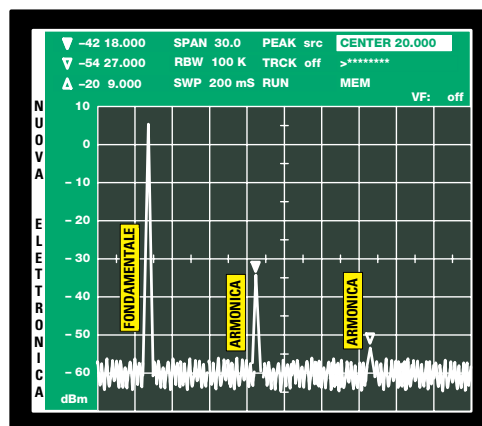



Fig.354 Se con dei filtri Passa/Basso RF attenuassimo l'ampiezza di tutte le frequenze armoniche, la sonda di carico misurerebbe una tensione minore. Vedendo scendere la tensione, molti potrebbero supporre che la potenza d'uscita diminuisca, mentre come potete osservare in questa figura, l'ampiezza della Fondamentale rimane invariata sul suo valore MAX.

LA SONDA di CARICO È “BUGIARDA”

Vogliamo far presente che tutte le **sonde** di **carico** e anche i **Wattmetri** per **RF** sono “**bugiardi**”, perchè alla tensione generata dalla frequenza **fondamentale sommano** anche le tensioni prodotte dalle frequenze **armoniche**, che sono sempre presenti sull’uscita di uno stadio oscillatore.
Le **armoniche** sono frequenze pari al **doppio**-**triplo**-**quadruplo** della frequenza **fondamentale**.

Quindi sull’uscita di uno stadio oscillatore che utilizza un quarzo da **9 MHz** (vedi fig.353) saranno presenti anche le frequenze **armoniche** di:

9+9 = 18 MHz
9+9+9 = 27 MHz
9+9+9+9 = 36 MHz

Anche se le **armoniche** forniscono una tensione notevolmente **minore** rispetto alla frequenza di **9 MHz**, il **diodo** della sonda le raddrizzerà.

Ammettendo che la **tensione** erogata dalla frequenza **fondamentale** e dalle **armoniche** sia di:

9 MHz tensione **1,6 volt**
18 MHz tensione **0,9 volt**
27 MHz tensione **0,5 volt**
36 MHz tensione **0,3 volt**
totale = 3,30 volt

la sonda di carico fornirà in uscita una tensione **totale** di **3,3 volt** e se a questa viene sommata la caduta del diodo pari a **0,6 volt**, si otterrà una tensione di **3,9 volt** corrispondente ad una potenza teorica di:

(3,9 x 3,9) : 100 = 0,152 watt

In pratica, la frequenza fondamentale di **9 MHz** eroga in uscita una tensione di **1,6 + 0,6 = 2,2 volt** che corrisponde ad una potenza di:

(2,2 x 2,2) : 100 = 0,048 watt

Se la **tensione** erogata dalla frequenze **armoniche** risulta minore rispetto all’esempio precedente, e cioè di:

9 MHz tensione **1,6 volt**
18 MHz tensione **0,4 volt**
27 MHz tensione **0,2 volt**
36 MHz tensione **0,1 volt**
totale = 2,3 volt

la sonda di carico fornisce in uscita una tensione **totale** di **2,3 volt**: se a questa viene sommata la caduta del diodo pari a **0,6 volt**, si ottiene una tensione pari a **2,9 volt** corrispondente ad una potenza di:

(2,9 x 2,9) : 100 = 0,0841 watt

Poichè la frequenza di **9 MHz** eroga in uscita sempre una tensione di **1,6 + 0,6 = 2,2 volt**, la sua potenza non varia:

(2,2 x 2,2) : 100 = 0,0484 watt

Quindi tenete presente che la **sonda** di **carico** fornisce in uscita una **tensione totale**, cioè quella della **fondamentale** più quella delle **armoniche**.

Quando parleremo degli amplificatori finali di **potenza** vi insegneremo ad eliminare tutte queste **frequenze armoniche**, che all’atto pratico producono più svantaggi che vantaggi.

Per completare questo articolo, vi proponiamo 6 diversi schemi di oscillatori, che potrete montare cablandoli con del comune filo in rame.

Nei rispettivi elenchi dei componenti **non** troverete il valore in **microhenry** della **bobina**, che dovrete calcolare, così come vi abbiamo spiegato, in funzione della frequenza del **quarzo**.

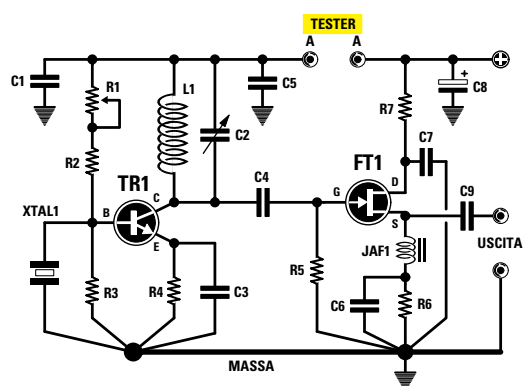
COSTO DI REALIZZAZIONE

Costo di tutti i componenti necessari per realizzare lo stadio oscillatore **LX.5038**, compresi circuito stampato, transistor, fet, 3 quarzi, 3 bobine, compensatore, trimmer, ecc. (vedi fig.345)
Lire 24.500 **Euro 12,65**

Costo del solo circuito stampato **LX.5038**
Lire 2.800 **Euro 1,45**

Costo della sonda di carico **LX.5037** che vi abbiamo presentatore nella **Lezione N.24**
Lire 3.800 **Euro 1,96**

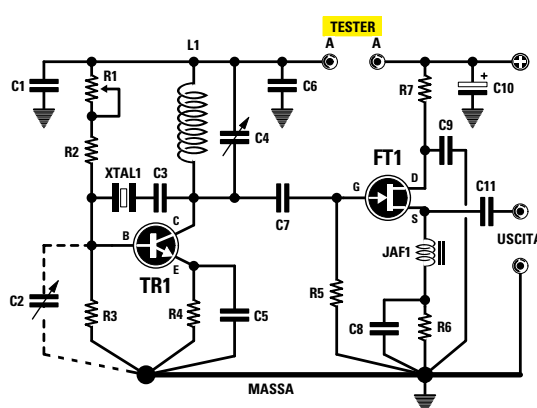
Tutti prezzi sono già **comprensivi** di IVA. Coloro che richiedono il kit in **contrassegno**, dovranno aggiungere le spese postali richieste dalle P.T. che si aggirano intorno a **L.7.000 Euro 3,62** per pacco.

OSCILLATORE (Fig.355)

ELENCO COMPONENTI

R1 = 47.000 ohm trimmer
R2 = 47.000 ohm
R3 = 15.000 ohm
R4 = 100 ohm
R5 = 100.000 ohm
R6 = 100 ohm
R7 = 22 ohm
C1 = 10.000 pF ceramico
C2 = 5-27 pF compensatore
C3 = 1.000 pF ceramico
C4 = 22 pF ceramico
C5 = 10.000 pF ceramico
C6 = 1.000 pF ceramico
C7 = 10.000 pF ceramico
C8 = 10 microF. elettrolitico
C9 = 100 pF ceramico
L1 = bobina di sintonia
JAF1 = impedenza RF
TR1 = NPN tipo 2N.2222
FT1 = fet tipo J.310
XTAL1 = qualsiasi quarzo

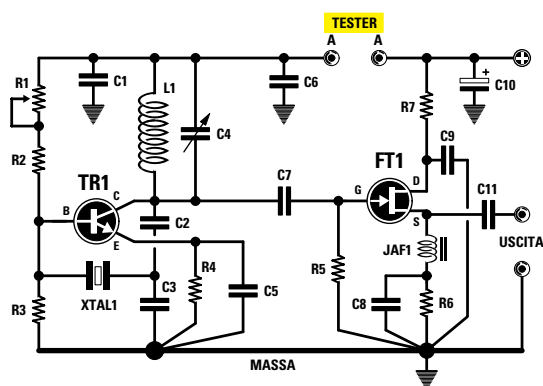
Questo stadio oscillatore che utilizza un **transistor NPN** e un **fet**, può essere utilizzato per far oscillare qualsiasi quarzo sia **fondamentale** che **overtone** purchè sia di **3° armonica**.
Il valore della **bobina L1** in **microhenry** deve essere calcolato in funzione della frequenza del **quarzo** utilizzato.

Prima di inserire il quarzo, dovete ruotare il trimmer **R1** in modo da far assorbire al transistor una **corrente** di circa **9-10 mA** senza il quarzo inserito.
Applicando sull'uscita di questo oscillatore la **sonda** di **carico** di fig.351, preleverete una tensione di poco superiore a **2,8 volt**.

OSCILLATORE (Fig.356)

ELENCO COMPONENTI

R1 = 47.000 ohm trimmer
R2 = 47.000 ohm
R3 = 15.000 ohm
R4 = 100 ohm
R5 = 100.000 ohm
R6 = 100 ohm
R7 = 22 ohm
C1 = 10.000 pF ceramico
C2 = 10-60 pF compensatore
C3 = 47 pF ceramico
C4 = 5-27 pF compensatore
C5 = 1.000 pF ceramico
C6 = 10.000 pF ceramico
C7 = 22 pF ceramico
C8 = 1.000 pF ceramico
C9 = 10.000 pF ceramico
C10 = 10 microF. elettrolitico
C11 = 100 pF ceramico
L1 = bobina di sintonia
JAF1 = impedenza RF
TR1 = NPN tipo 2N.2222
FT1 = fet tipo J.310
XTAL1 = qualsiasi quarzo

Questo stadio oscillatore che utilizza sempre un **transistor NPN** e un **fet**, può essere utilizzato per far oscillare qualsiasi quarzo sia **fondamentale** che **overtone** in **3 - 5° armonica**.
Per far oscillare i quarzi in **overtone** in **3°-5° armonica** sarebbe consigliabile applicare in parallelo alla resistenza **R3** un compensatore da **10-60 pF**.

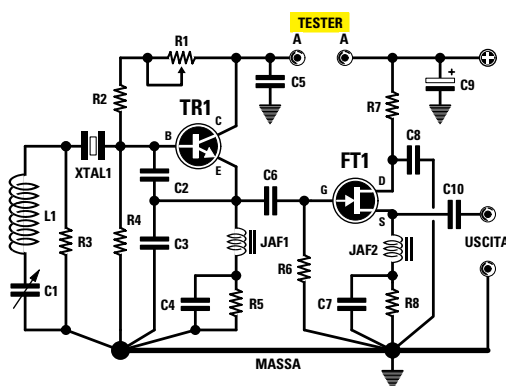
Applicando sull'uscita di questo oscillatore la **sonda** di **carico** di fig.351, preleverete una tensione di circa **2,2 volt** per i quarzi in **fondamentale**, una tensione di circa **1,9 volt** per i quarzi **overtone** in **3° armonica** e **1,2 volt** per quelli in **5°** armonica.

OSCILLATORE (Fig.357)

ELENCO COMPONENTI

R1 = 47.000 ohm trimmer
R2 = 47.000 ohm
R3 = 15.000 ohm
R4 = 100 ohm
R5 = 100.000 ohm
R6 = 100 ohm
R7 = 22 ohm
C1 = 10.000 pF ceramico
C2 = 47 pF ceramico
C3 = 47 pF ceramico
C4 = 5-27 pF compensatore
C5 = 1.000 pF ceramico
C6 = 10.000 pF ceramico
C7 = 22 pF ceramico
C8 = 1.000 pF ceramico
C9 = 10.000 pF ceramico
C10 = 10 microF. elettrolitico
C11 = 100 pF ceramico
L1 = bobina di sintonia
JAF1 = impedenza RF
TR1 = NPN tipo 2N.2222
FT1 = fet tipo J.310
XTAL1 = qualsiasi quarzo

Anche questo stadio oscillatore che utilizza un **transistor NPN** e un **fet**, può essere usato per fare oscillare qualsiasi quarzo **fondamentale** oppure **overtone** purchè di **3° armonica**.

Come già saprete, il valore della **bobina L1** in **microhenry** deve essere calcolato in funzione della frequenza del **quarzo**.
Prima di inserire il quarzo dovete ruotare il trimmer **R1** in modo da far assorbire al transistor una **corrente** di circa **9-10 mA** senza il quarzo inserito.
Applicando sull'uscita di questo oscillatore la **sonda** di **carico** di fig.351, preleverete una tensione di poco superiore a **2,2 volt**.

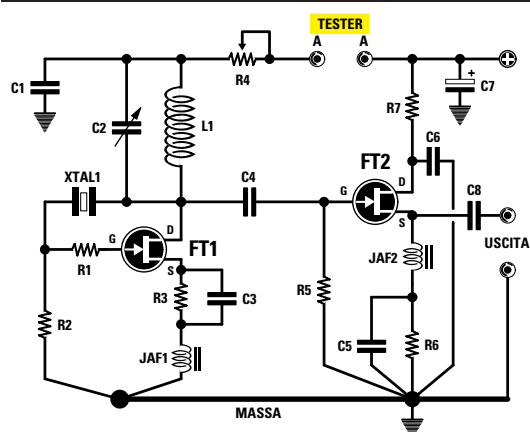
OSCILLATORE (Fig.358)

ELENCO COMPONENTI

R1 = 47.000 ohm trimmer
R2 = 47.000 ohm
R3 = 4.700 ohm
R4 = 15.000 ohm
R5 = 100 ohm
R6 = 100.000 ohm
R7 = 22 ohm
R8 = 100 ohm
C1 = 5-27 pF compensatore
C2 = 33 pF ceramico
C3 = 100 pF ceramico
C4 = 1.000 pF ceramico
C5 = 10.000 pF ceramico
C6 = 22 pF ceramico
C7 = 1.000 pF ceramico
C8 = 10.000 pF ceramico
C9 = 10 microF. elettrolitico
C10 = 100 pF ceramico
L1 = bobina di sintonia
JAF1-JAF2 = impedenze RF
TR1 = NPN tipo 2N.2222
FT1 = fet tipo J.310
XTAL1 = qualsiasi quarzo

Questo oscillatore, che utilizza sempre un **transistor NPN** ed un **fet**, serve **soltanto** per far oscillare i quarzi in **3°-5°-7° armonica**, ma **non** quelli che oscillano in **fondamentale**.

Anche in questo oscillatore, il trimmer **R1** va tarato in modo da far assorbire al transistor **TR1** una corrente di **9-10 mA**, senza quarzo inserito.

Nel caso dei quarzi overtone oltre i **70 MHz**, dovete utilizzare per **C3** un valore di **56-47 pF**.
Applicando sull'uscita di questo oscillatore la **sonda** di **carico** di fig.351, preleverete una tensione di poco superiore a **1,2 volt**.

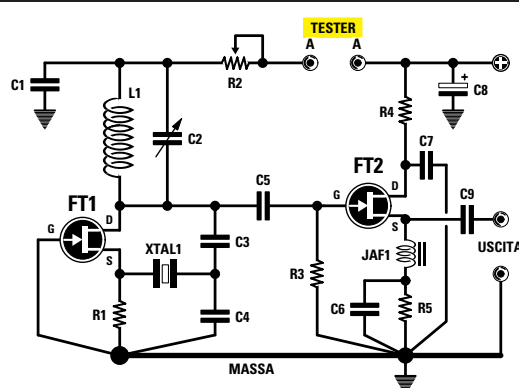
OSCILLATORE (Fig.359)

ELENCO COMPONENTI

R1 = 100 ohm
R2 = 100.000 ohm
R3 = 100 ohm
R4 = 1.000 ohm trimmer
R5 = 100.000 ohm
R6 = 100 ohm
R7 = 22 ohm
C1 = 10.000 pF ceramico
C2 = 5-27 pF compensatore
C3 = 220 pF ceramico
C4 = 22 pF ceramico
C5 = 1.000 pF ceramico
C6 = 10.000 pF ceramico
C7 = 10 microF. elettrolitico
C8 = 100 pF ceramico
L1 = bobina di sintonia
JAF1 = impedenza RF
JAF2 = impedenza RF
FT1 = fet tipo J.310
FT2 = fet tipo J.310
XTAL1 = qualsiasi quarzo

Questo stadio oscillatore, a differenza dei precedenti, utilizza **2 fet** e può essere utilizzato per far oscillare qualsiasi quarzo in **fondamentale**.

Per fare oscillare dei quarzi in **overtone** con questo circuito, è necessario ridurre la capacità del condensatore **C3**, portandola dagli attuali **220 pF** a **100-82-56 pF**.
Il trimmer **R4** da **1.000 ohm** va tarato in modo da far assorbire al fet **FT1** una corrente di circa **5 mA** senza il quarzo inserito.

Applicando sull'uscita di questo oscillatore la **sonda** di **carico** di fig.351, preleverete una tensione di poco superiore a **1,5 volt**.

OSCILLATORE (Fig.360)

ELENCO COMPONENTI

R1 = 220 ohm
R2 = 1.000 ohm trimmer
R3 = 100.000 ohm
R4 = 22 ohm
R5 = 100 ohm
C1 = 10.000 pF ceramico
C2 = 5-27 pF compensatore
C3 = 22 pF ceramico
C4 = 22 pF ceramico
C5 = 22 pF ceramico
C6 = 1.000 pF ceramico
C7 = 10.000 pF ceramico
C8 = 10 microF. elettrolitico
C9 = 100 pF ceramico
L1 = bobina di sintonia
JAF1 = impedenza RF
FT1 = fet tipo J.310
FT2 = fet tipo J.310
XTAL1 = qualsiasi quarzo

Questo stadio oscillatore che utilizza **2 fet** può essere utilizzato per far oscillare qualsiasi quarzo sulla sua frequenza **fondamentale**, ma anche per far oscillare quarzi **overtone** in **3°-5° armonica**.
Per far oscillare i quarzi **overtone** in **5° armonica**, consigliamo di sostituire i condensatori **C3-C4** da **22 picofarad** con altri da **18-15 picofarad**.
Il trimmer **R2** da **1.000 ohm** va tarato in modo da far assorbire al fet **FT1** una corrente di circa **5 mA** senza il quarzo inserito.
Applicando sull'uscita di questo oscillatore la **sonda** di **carico** di fig.351, preleverete una tensione di poco superiore a **1,5 volt**.

imparare l' ELETTRONICA *partendo da* ZERO

Quando negli **anni Trenta** apparvero i primi ricevitori **supereterodina**, che provvedevano a convertire i segnali captati in una **frequenza fissa**, tutti affermarono che questo rivoluzionario circuito avrebbe incontrato un notevole successo perchè, rispetto ai più semplici ricevitori ad amplificazione **diretta**, risultava molto più **sensibile** e **selettivo**.

Anche se sono passati **70 anni**, questo circuito a **conversione** di **frequenza** viene tuttora utilizzato per realizzare ricevitori AM - FM, telefoni cellulari e televisori.

Ciò che è cambiato nelle **moderne** supereterodine, rispetto a quelle degli anni '**30**, sono soltanto i componenti attivi, infatti le mastodontiche **valvole termoioniche** sono state sostituite tutte da minuscoli **transistor**, **fet** o **mosfet**, ma il principio di funzionamento è rimasto invariato.

In questa Lezione vi spiegheremo appunto il principio di funzionamento di un ricevitore **supereterodina** e cercheremo di farlo in modo semplice, affinchè tutti possano comprenderlo.

Dalla teoria passeremo poi alla **pratica**, quindi vi presenteremo il progetto di un semplice ricevitore per **Onde Medie** che, una volta montato, vi permetterà di captare, di giorno, le sole emittenti locali e, di notte, diverse emittenti straniere.

IL PRINCIPIO di funzionamento dei ricevitori SUPERETERODINA

Nella **11° Lezione** vi abbiamo proposto un semplice ricevitore per **Onde Medie** realizzato con due **fet** ed un **integrato** come stadio finale.

Negli anni **Trenta**, per acquistare un semplice ricevitore radio che utilizzava le **valvole termoioniche**, non esistendo ancora a quei tempi **transistor** e **fet**, bisognava spendere **500 lire** circa, ma poichè lo stipendio medio di un **impiegato** si aggirava intorno alle **95 lire** al **mese** e quello di un **operaio** alle **40 lire** al **mese**, questi ricevitori erano considerati oggetti di **lusso**, che solo pochi benestanti potevano permettersi.

Fino a quando le **emittenti** radiofoniche si contavano sulle dita di una mano, questi ricevitori garantivano una buona ricezione, ma, mano a mano che le emittenti aumentavano di **numero** e di **potenza**, ci si rendeva sempre più conto dei loro limiti: infatti, a causa della loro **scarsa selettività**, oltre alla emittente sintonizzata, tali ricevitori captavano anche la musica o il parlato di altre emittenti adiacenti, accompagnati da fastidiosi **fischi**.

Questi **fischi** si producevano quando due frequenze adiacenti, **miscelandosi**, generavano una **terza** frequenza che rientrava nella banda **audio**.

In pratica, se il ricevitore veniva sintonizzato su una emittente che trasmetteva sui **1.200 KHz** e vicino a questa vi era una seconda emittente che trasmetteva sui **1.210 KHz**, queste due frequenze, en-

Fig.361 Uno dei primissimi manifesti pubblicitari degli anni Venti che reclamizzava i ricevitori radio. Il testo in tedesco dice: "Quale apparecchio radio scelgo ?"

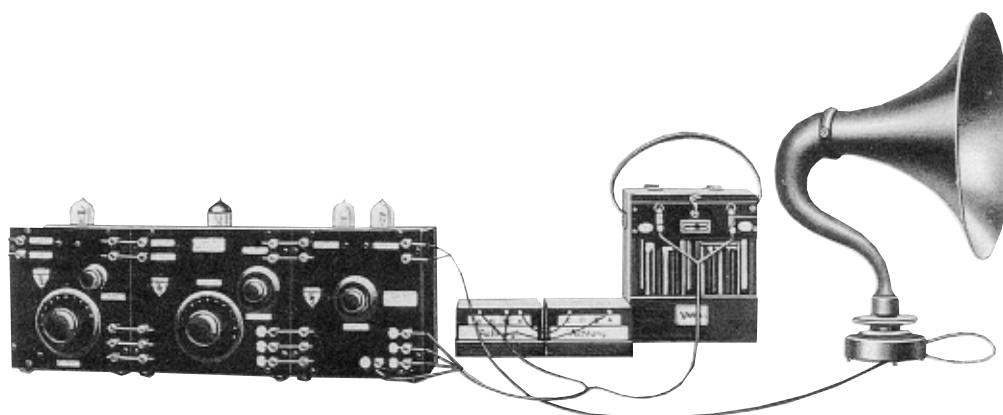



Fig.362 Nei primissimi ricevitori radio, che non erano ancora delle supereterodine, occorrevano molte manopole per sintonizzare tutti gli stadi amplificatori di alta frequenza. Poichè ancora non esistevano i transistor, si ricorreva a due grosse pile da 6 volt e 90 volt per alimentare i filamenti e gli anodi delle valvole termoioniche.

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

trando contemporaneamente nel ricevitore stesso, generavano **due frequenze** supplementari.

Una, pari alla **somma** delle due frequenze:

1.200 + 1.210 = 2.410 KHz

ed una, pari alla **differenza** tra la frequenza **maggiore** e quella **minore**:

1.210 - 1.200 = 10 KHz

Poichè la frequenza dei **10 KHz**, ottenuta da questa **sottrazione**, rientrava nella gamma **audio**, si ascoltava un **fischio acuto**.

Se il ricevitore veniva sintonizzato su una emittente che trasmetteva sui **755 KHz** e vicino a questa vi era un'altra emittente che trasmetteva sui **763 KHz**, queste due frequenze, entrando contemporaneamente nel ricevitore, generavano **due frequenze** supplementari.

Una, pari alla **somma** delle due frequenze:

755 + 763 = 1.518 KHz

Una pari alla **differenza** tra la frequenza **maggiore** e quella **minore**:

763 – 755 = 8 KHz

Poichè la frequenza degli **8 KHz** ottenuta da questa **sottrazione** rientrava nella gamma **audio**, si ascoltava un **fischio acuto**.

Per eliminare questi **fischi**, generati dalla **miscelazione** di due frequenze adiacenti, alcuni sperimentatori progettarono dei ricevitori **più selettivi**, brevettandoli con i nomi più fantasiosi:

Endodina - Ultradina - Tropadina - Eterodina

In tutti questi ricevitori, il segnale **captato** veniva **miscelato** con un segnale di **alta frequenza** generato da un **oscillatore interno**, in modo da ottenere dalla **sottrazione** tra la frequenza **maggiore** e quella **minore**, una **terza** frequenza che **non** rientrava nella **gamma** delle frequenze **audio**.

Da tutti questi ricevitori ne nacque uno, tecnicamente perfezionato, che venne battezzato con il nome di **supereterodina**.
Nella supereterodina vi era un doppio condensatore variabile. Una sezione veniva utilizzata per sintonizzare l'emittente e l'altra per variare la frequenza generata da un oscillatore **RF**.

Fig.363 Nel 1924 si pensò di abbellire questi ricevitori racchiudendoli entro dei mobili in legno. Come altoparlante si utilizzava una tromba, quindi la fedeltà sonora risultava ancora molto scadente.

Fig.364 Negli anni 1928-1930 apparvero i primi ricevitori supereterodina. Il mobile, sempre in legno, venne reso più elegante e la tromba venne sostituita da un altoparlante per migliorare la qualità sonora.

COME funziona una SUPERETERODINA

Ora cercheremo di spiegarvi come in un ricevitore **supereterodina** si riesca a **convertire** una qualsiasi frequenza in una **terza**, che **non** rientri nella gamma delle frequenze **audio**.

Se realizziamo uno stadio **amplificatore RF** come quello riportato in fig.365, sappiamo che sul **C**ollettore del transistor otteniamo la stessa **frequenza** sintonizzata dalla bobina **L1** e dal condensatore variabile **C1**.

Se, ruotando il condensatore variabile **C1**, ci sintonizziamo su una emittente che trasmette sui **630 KHz**, sul **C**ollettore del transistor otteniamo questi **630 KHz** amplificati.

Se, ruotando il condensatore variabile **C1**, ci sintonizziamo su una emittente che trasmette sui **1.200 KHz**, sul **C**ollettore del transistor otteniamo **1.200 KHz** amplificati.

Quindi, se ci sintonizziamo su una emittente che trasmette sui **1.480 KHz**, sul **C**ollettore del transistor ci ritroviamo **1.480 KHz** amplificati.

Pertanto, se considerassimo questi **KHz** dei **pesi** in grammi, collocandoli su una **bilancia** leggeremmo **630-1.200-1.480 grammi** (vedi fig.368).

Se sull'**E**mettitore del transistor dello stadio amplificatore di fig.366 applichiamo un segnale prelevato da un **Generatore RF** esterno, sul suo **C**ollettore ci ritroviamo ben **quattro** frequenze:

F1 = frequenza che abbiamo sintonizzato con la bobina **L1** e il condensatore variabile **C1**.

F2 = frequenza del **Generatore RF** che abbiamo applicato sull'**E**mettitore del transistor.

F3 = frequenza pari alla **somma** di **F1+F2**.

F4 = frequenza ottenuta **sottraendo** alla frequenza **maggiore** quella **minore**.

Quindi, se sintonizziamo **L1-C1** sulla frequenza di **630 KHz** e sull'**E**mettitore del transistor applichiamo una frequenza di **1.085 KHz**, sul suo **C**ollettore otteniamo queste quattro frequenze:

F1 = 630 KHz
F2 = 1.085 KHz
F3 = 1.715 KHz (630 + 1.085)
F4 = 455 KHz (1.085 – 630)

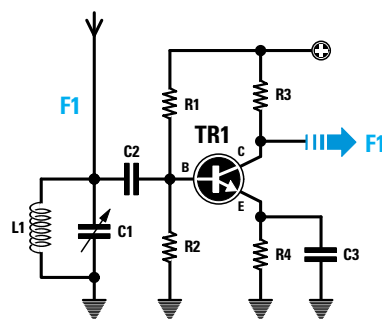



Fig.365 Sul Collettore del transistor di un comune stadio preamplificatore RF, è presente la medesima frequenza sintonizzata per mezzo di L1 - C1.

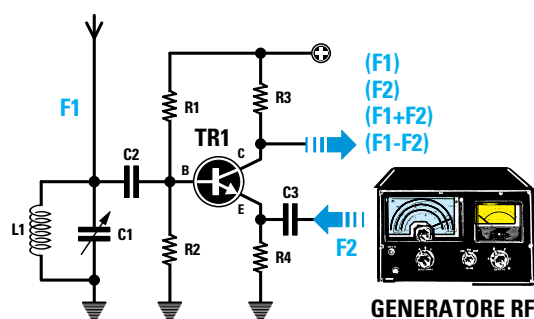



Fig.366 Applicando sull'Emettitore del transistor un segnale prelevato da un Generatore RF, sul suo Collettore saranno presenti ben quattro diverse frequenze.

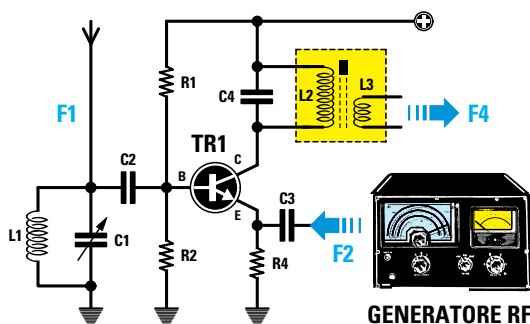



Fig.367 Applicando sul Collettore del transistor un circuito sintonizzato sui 455 KHz (vedi L2-C4), si preleverà la sola frequenza F4 e non le altre F1-F2-F3.

Se applichiamo sul **C**ollettore del transistor un circuito di sintonia (vedi **L2-C4**) sintonizzato sui **455 KHz** (vedi fig.367), preleviamo la sola **F4** e non le frequenze **F1-F2-F3**.

Se sintonizziamo **L1-C1** sulla frequenza di **1.200 KHz** e sull'**E**mettitore del transistor applichiamo una frequenza di **1.655 KHz**, sul suo **C**ollettore otteniamo queste quattro frequenze:

F1 = 1.200 KHz
F2 = 1.655 KHz
F3 = 2.855 KHz (1.200 + 1.655)
F4 = 455 KHz (1.655 – 1.200)

Poichè sul **C**ollettore del transistor è presente un circuito accordato sui **455 KHz** (vedi **L2-C4**), preleveremo la sola frequenze **F4** pari a **455 KHz** e non le frequenze **F1-F2-F3**.

Se sintonizziamo **L1-C1** sulla frequenza di **1.480 KHz** e sull'**E**mettitore del transistor applichiamo una frequenza di **1.935 KHz**, sul suo **C**ollettore ci troviamo queste quattro frequenze:

F1 = 1.480 KHz
F2 = 1.935 KHz
F3 = 3.415 KHz (1.480 + 1.935)
F4 = 455 KHz (1.935 – 1.480)

Anche in questo caso dal **C**ollettore del transistor preleviamo la sola **F4** dei **455 KHz**, perchè **C4** e **L2** sono accordati su tale frequenza.
Come vi abbiamo dimostrato, **qualsiasi** frequenza sintonizziamo con **L1-C1**, riusciamo a **convertirla** in una **frequenza fissa** di **455 KHz**, a patto che sull'**E**mettitore del transistor applichiamo una frequenza (**F2**) che risulti di **455 KHz** maggiore rispetto alla **F1**.

L'esempio della bilancia, per quanto elementare, serve a chiarire meglio questo concetto: infatti, pur applicando sui suoi due piatti **pesi diversi**, si ottiene sempre lo **stesso peso totale**.

Se su uno dei due piatti poniamo un peso di **630**

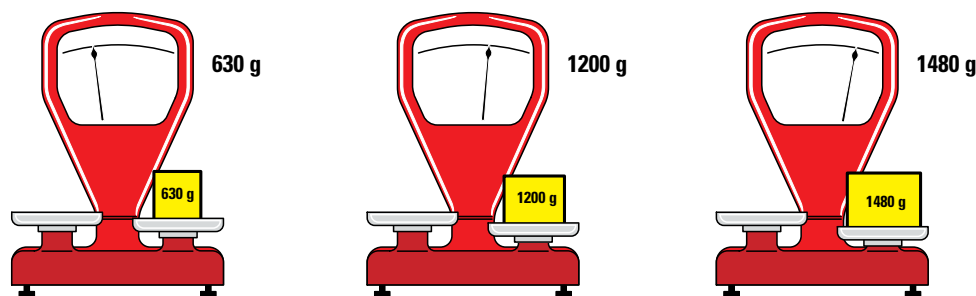



Fig.368 Ammesso di considerare i KHz dei PESI in grammi, se sintonizzate il circuito L1-C1 di fig.365 sui 630 KHz e ponete questo ipotetico peso su una bilancia, questa vi indicherà 630 grammi, se invece vi sintonizzate su 1.200 KHz o 1.480 KHz la bilancia vi indicherà rispettivamente 1.200 grammi e 1.480 grammi.

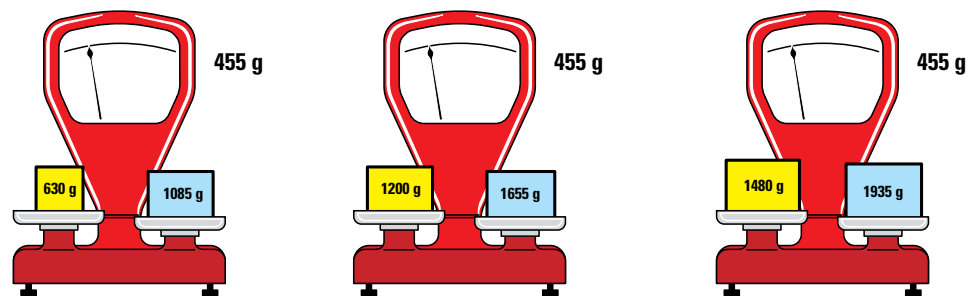



Fig.369 Ponendo il peso F1 (sintonizzato da L1-C1) sul piatto di sinistra e il peso F2 del Generatore RF sul piatto di destra, la bilancia vi indicherà la differenza tra i due. Se la frequenza F2 risulta sempre maggiore di 455 grammi rispetto alla F1, l'ago della bilancia rimarrà immobile su 455 grammi, cioè su un valore pari a quello di F2 – F1 = F4.

grammi e sull'altro un peso di **1.085 grammi**, la bilancia indicherà un peso di:

1.085 – 630 = 455 grammi (vedi fig.369)

Se su un piatto poniamo un peso di **1.200 grammi** e sull'altro piatto un peso di **1.655 grammi**, leggeremo nuovamente:

1.655 – 1.200 = 455 grammi (vedi fig.369)

Se poniamo un peso di **1.480 grammi**, per ottenere sempre un peso di **455 grammi**, sul secondo piatto dovremo applicare un peso di **1.935 grammi** ed infatti:

1.935 – 1.480 = 455 grammi (vedi fig.369)

Convertendo tutte le frequenze captate in una frequenza **fissa** di **455 KHz**, risultava più semplice realizzare degli stadi amplificatori di **Media Frequenza** molto **selettivi**.

L'OSCILLATORE in una SUPERETERODINA

All'interno di un ricevitore **supereterodina** progettato per captare le frequenze delle **Onde Medie** da **500 KHz** a **1.600 KHz**, troviamo uno stadio **oscillatore RF**, in grado di generare una frequenza **maggiore** di **455 KHz** rispetto alla frequenza sintonizzata da **L1-C1**.

Quindi per captare una emittente che trasmette sui **560 KHz**, dobbiamo sintonizzare il suo **oscillatore interno** sulla frequenza di **1.015 KHz** ed infatti se facciamo la **sottrazione** tra la frequenza maggiore e quella minore otteniamo:

1.015 – 560 = 455 KHz

Per captare una seconda emittente che trasmette sui **1.310 KHz**, dobbiamo sintonizzare l'oscillatore interno sulla frequenza di **1.765 KHz**; infatti se facciamo la **sottrazione** tra la frequenza maggiore e quella minore otteniamo nuovamente:

1.765 – 1.310 = 455 KHz

Nella **Tabella N.17** possiamo vedere quale frequenza deve generare l'**oscillatore interno** per ottenere dalla **miscelazione** con la frequenza da ricevere, una **terza** frequenza che rimanga sempre **fissa** sul valore di **455 KHz**.
Nella **prima** colonna di questa **Tabella** è indicata la frequenza dell'oscillatore locale, nella **seconda** colonna la frequenza da ricevere e nella **terza** colonna la frequenza che si ricava.

Fig.370 Una rara fotografia di una Radio Balilla del 1934, che veniva venduta a tutte le Scuole italiane ad una prezzo di L.490 equivalenti a circa 0,25 Euro.

Fig.371 Le supereterodine per uso familiari del 1936 avevano tre sole manopole, una per il cambio gamma OM-OC, una per la sintonia ed una per il volume.

TABELLA N.17

Frequenza Oscillatore	Frequenza da ricevere	Frequenza di conversione
955 KHz	500 KHz	455 KHz
1.055 KHz	600 KHz	455 KHz
1.155 KHz	700 KHz	455 KHz
1.255 KHz	800 KHz	455 KHz
1.355 KHz	900 KHz	455 KHz
1.455 KHz	1.000 KHz	455 KHz
1.555 KHz	1.100 KHz	455 KHz
1.655 KHz	1.200 KHz	455 KHz
1.755 KHz	1.300 KHz	455 KHz
1.855 KHz	1.400 KHz	455 KHz
1.955 KHz	1.500 KHz	455 KHz
2.055 KHz	1.600 KHz	455 KHz

Convertendo qualsiasi frequenza captata sul valore **fisso** di **455 KHz**, si riescono ad ottenere dei ricevitori **molto selettivi** che non generano più quel fastidioso **fischio** di cui vi abbiamo parlato.

Dobbiamo far presente che questa **conversione** di frequenza si può effettuare su qualsiasi gamma, **Onde Medie** - **Onde Corte** e **VHF-UHF**.

Ammesso di voler ricevere le emittenti che trasmettono sulla gamma delle **Onde Corte** compresa tra i **5-10 MHz**, pari a **5.000-10.000 KHz**, è sufficiente che l'**oscillatore RF** presente nella **supereterodina** generi una frequenza più **alta** di **455 KHz** rispetto a quella che si desidera captare, come evidenziato nella **Tabella N.18**.

TABELLA N.18

Frequenza Oscillatore	Frequenza da ricevere	Frequenza di conversione
5.455 KHz	5.000 KHz	455 KHz
5.555 KHz	5.100 KHz	455 KHz
5.655 KHz	5.200 KHz	455 KHz
5.755 KHz	5.300 KHz	455 KHz
5.855 KHz	5.400 KHz	455 KHz
5.955 KHz	5.500 KHz	455 KHz
6.455 KHz	6.000 KHz	455 KHz
6.955 KHz	6.500 KHz	455 KHz
7.455 KHz	7.000 KHz	455 KHz
7.955 KHz	7.500 KHz	455 KHz
8.455 KHz	8.000 KHz	455 KHz
8.955 KHz	8.500 KHz	455 KHz
9.455 KHz	9.000 KHz	455 KHz
10.455 KHz	10.000 KHz	455 KHz

Fig.372 Con il passare degli anni si cercò di rendere il mobile di queste radio esteticamente sempre più moderno. Come potete notare, la scala della sintonia con sopra stampata la frequenza in KHz per le OM e in MHz per le OC, risulta più ampia.

Fig.373 Verso il 1939-1940 in ogni ricevitore venne inserita una "scala parlante" con inciso il nome di tutte le emittenti operanti sulle OM. In questa foto, una vecchia supereterodina costruita dalla Ducati di Bologna negli anni 1940-1946.

Facciamo presente che la frequenza di **conversione** si può prefissare anche su valori diversi dai **455 KHz** da noi indicati, variando la sola **frequenza** generata dall'**oscillatore interno**.

Ammesso di voler **convertire** tutte le emittenti comprese tra **90 MHz** e **100 MHz** su un valore di **Media Frequenza** di **10,7 MHz**, è sufficiente realizzare uno stadio **oscillatore RF** che generi una frequenza di **10,7 MHz maggiore** rispetto a quella che si desidera captare, come evidenziato dalla **Tabella N.19**.

TABELLA N.19

Frequenza Oscillatore	Frequenza da ricevere	Frequenza di conversione
100,7 MHz	90 MHz	10,7 MHz
101,7 MHz	91 MHz	10,7 MHz
102,7 MHz	92 MHz	10,7 MHz
103,7 MHz	93 MHz	10,7 MHz
104,7 MHz	94 MHz	10,7 MHz
105,7 MHz	95 MHz	10,7 MHz
106,7 MHz	96 MHz	10,7 MHz
107,7 MHz	97 MHz	10,7 MHz
108,7 MHz	98 MHz	10,7 MHz
109,7 MHz	99 MHz	10,7 MHz
110,7 MHz	100 MHz	10,7 MHz

Il valore di **Media Frequenza** di **455 KHz** si usa per i soli ricevitori per **Onde Medie** e **Corte**, mentre il valore di **Media Frequenza** di **10,7 MHz** si usa solo per i ricevitori per **Onde VHF-UHF**.

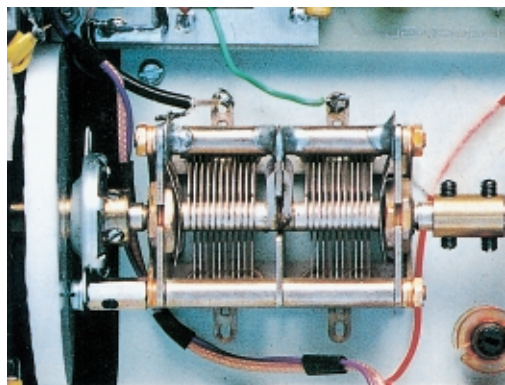



Fig.374 In tutti i ricevitori supereterodina era presente un doppio condensatore variabile. Una sezione veniva utilizzata per sintonizzare l'emittente e l'altra per variare la frequenza dell'oscillatore locale.

La decisione di usare una Media Frequenza di **10,7 MHz** anzichè di **455 KHz** nei ricevitori per **Onde VHF-UHF**, venne presa quando si constatò che realizzando questi ricevitori **VHF-UHF** con una Media Frequenza di **455 KHz**, la stessa emittente veniva captata **due volte** su due diverse frequenze.

La **prima volta** si captava quando lo stadio **oscillatore interno** veniva sintonizzato su una frequenza di **455 KHz** più **alta**.

La **seconda volta** si captava quando lo stadio **oscillatore interno** veniva sintonizzato su una frequenza di **455 KHz** più **bassa**.

Quindi una emittente che trasmetteva su una frequenza di **90.000 KHz** si captava sintonizzando lo stadio oscillatore sui **90.455 KHz**, ma anche sintonizzandolo sugli **89.545 KHz**.

Infatti, **sottraendo** alla frequenza maggiore di **90.455 KHz** quella minore di **90.000 KHz**, otteniamo un valore di:

90.455 – 90.000 = 455 KHz

Sottraendo alla frequenza maggiore di **90.000 KHz** quella minore di **89.545 KHz**, otteniamo nuovamente un valore di:

90.000 – 89.545 = 455 KHz

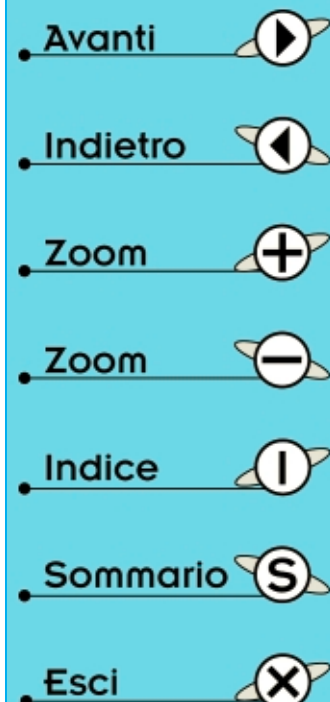
La frequenza dei **90.000 KHz** che veniva captata quando l'**oscillatore interno** generava una frequenza **minore** di **455 KHz**, fu chiamata **frequenza immagine**.

Utilizzando ricevitori per **Onde VHF-UHF** con una Media Frequenza accordata sui **10,7 MHz**, questo difetto viene automaticamente **eliminato**.

Quindi per ricevere un'emittente che trasmette su una frequenza di **90 MHz**, l'oscillatore interno deve generare una frequenza di **100,7 MHz** per poter ottenere dalla **sottrazione** tra la frequenza maggiore e quella minore **10,7 MHz**, infatti:

100,7 – 90 = 10,7 MHz

Qualcuno potrebbe farci notare che, pur utilizzando una **Media Frequenza** di **10,7 MHz**, otteniamo nuovamente una **frequenza immagine** quando l'**oscillatore interno** genera una frequenza di **79,3 MHz**; infatti, se **sottraiamo** a **90 MHz** questa fre-

Zoom

quenza, otteniamo nuovamente un valore di **10,7 MHz**:

90 – 79,3 = 10,7 MHz

In pratica, questa **frequenza immagine** non verrà mai captata, perchè quando l'**oscillatore interno** genera **79,3 MHz**, automaticamente il circuito di sintonia **L1-C1** risulta **sintonizzato** sulla frequenza di:

79,3 – 10,7 = 68,6 MHz

Quindi il **circuito** di **sintonia L1-C1** che si trova sull'ingresso, lascerà passare la frequenza di **68,6 MHz** ma **non** quella dei **90 MHz**, che si trova distanziata di ben:

90 – 68,6 = 21,4 MHz

Poichè in un ricevitore **supereterodina** dobbiamo sintonizzare contemporaneamente la frequenza da **ricevere** e quella che dovrà generare lo **stadio oscillatore interno**, ci occorre un **doppio** condensatore **variabile** (vedi fig.374).

Una sezione si usa per sintonizzare la frequenza della **emittente** da ricevere e l'altra per variare la frequenza dello **stadio oscillatore interno** affinchè generi una frequenza **maggiore** di **455 KHz**, oppure di **10,7 MHz**.

Riuscendo a convertire tutte le frequenze che captiamo in una frequenza **fissa** sui **455 KHz** o **10,7 MHz**, si possono realizzare degli stadi amplificatori con **bobine** già **pretarate** conosciute con il nome di **Medie Frequenze**.

Se nei ricevitori **supereterodina** di qualche anno fa si utilizzava un **condensatore variabile** a **2 sezioni**, oggi questo componente è stato sostituito da due minuscoli **diodi varicap** (vedi fig.376).
Per completare la descrizione della **supereterodina** dobbiamo anche dirvi che in molti ricevitori **professionali VHF**, per ottenere una **maggiore selettività** si esegue una **doppia conversione**.

La **prima** conversione si effettua convertendo il segnale **captato** sulla frequenza fissa di **10,7 MHz**, mentre la **seconda** convertendo i **10,7 MHz** sulla frequenza fissa di **455 KHz**.

COSTRUITEVI questa SUPERETERODINA per ONDE MEDIE

Fig.375 Foto della supereterodina per OM che ora vi insegniamo a montare.

Ora che sapete come funziona una **supereterodina**, ve ne faremo costruire **una** in grado di ricevere la gamma delle **Onde Medie**.

Per realizzare un ricevitore, bisogna sempre partire dallo **schema elettrico** (vedi fig.376), perchè vedendolo si possono iniziare a conoscere i vari **simboli grafici**, verificandone le relative forme e dimensioni nello **schema pratico**.

Anche se esistono degli **integrati** che contengono tutti gli stadi di una supereterodina, cioè lo stadio **amplificatore/miscelatore**, lo stadio **oscillatore**, gli stadi **amplificatori** di **media frequenza** e lo stadio **rivelatore** di **BF**, abbiamo preferito realizzarli separatamente con **mosfet**, **transistor** e **fet**.

Utilizzando uno di questi **integrati** avremmo sì ottenuto un circuito molto più compatto, ma **non** a-

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

Fig.376 Schema elettrico del ricevitore supereterodina che utilizza un mosfet, un fet, due transistor, un integrato (vedi IC1) per pilotare l'altoparlante e un altro integrato (vedi IC2 nello schema in basso) per stabilizzare la tensione di alimentazione su 12 volt.

Fig.377 Schema elettrico dello stadio di alimentazione che fornisce una tensione di 12 volt.

vremmo potuto spiegarvi molto, se non che il segnale captato dall'**antenna** viene applicato su un loro piedino, e che da un altro piedino viene prelevato il segnale di **bassa frequenza**.

A noi preme invece farvi comprendere il principio di funzionamento di questo circuito ed è per questo che dedichiamo una intera Lezione a tale argomento.

Iniziamo dicendo che per realizzare una **supereterodina**, il segnale captato dall'**antenna** deve essere **miscelato** con il segnale generato da uno stadio **oscillatore RF**, in modo da ottenere dalla sottrazione una **terza** frequenza di **455 KHz**.

In alto sul lato sinistro dello schema elettrico riportato in fig.376, è presente una boccola indicata **antenna** entro la quale inseriamo l'estremità di un filo di rame lungo circa **3-4 metri**, che utilizziamo per captare tutti i segnali di **alta frequenza** emessi dalle emittenti radiofoniche.

Questo segnale, passando attraverso il condensatore **C1**, raggiunge il circuito di **sintonia** composto dalla bobina **L1** da **220 microhenry** e dai due **dio-**

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

di varicap siglati **DV1-DV2**, che ci permettono di sintonizzare tutta la gamma delle **Onde Medie** compresa tra:

1.600 KHz e **500 KHz**

Per sintonizzare la bobina **L1** sulla emittente che vogliamo captare, dobbiamo solo variare la **capacità** dei due diodi varicap **DV1-DV2**.

Poichè la capacità di ogni **singolo** diodo varicap è di **500 pF**, collegandoli in **serie** otteniamo una capacità **dimezzata**, cioè di **250 pF**.

Vogliamo sottolineare che i due diodi varicap vengono collegati in **serie** e in **opposizione** di polarità non per **dimezzare** la loro capacità, ma per evitare che, in presenza di segnali **RF** molto **forti**, vengano raddrizzati generando una **tensione** continua che potrebbe far variare la loro capacità.

Se inserissimo in parallelo alla bobina **L1** un **solo** diodo varicap, questo **raddrizzerebbe** tutti i segnali molto forti, come farebbe un normale diodo al **silicio**, e la tensione **continua** così ottenuta andrebbe a modificare la sua **capacità** e di conseguenza la sua **sintonia**.

Collegando in **serie** due diodi varicap con **polarità invertita**, questo inconveniente viene evitato perchè, raddrizzando sia le **semionde positive** che quelle **negative**, queste due tensioni di opposta polarità si **annullano**.

Per variare la **capacità** dei due **diodi varicap** in modo da sintonizzarsi su tutta la gamma delle **Onde Medie** applichiamo ad essi, tramite il potenziometro **R18**, una tensione **continua positiva** che, partendo da **0 volt**, raggiungerà un massimo di **10,5 volt**.
Con questi valori di tensione otteniamo i seguenti valori di **capacità**:

Tensione su DV1-DV2	Capacità totale
0 volt	250 picoF.
1 volt	245 picoF.
2 volt	175 picoF.
3 volt	125 picoF.
4 volt	83 picoF.
5 volt	50 picoF.
6 volt	30 picoF.
7 volt	20 picoF.
8 volt	13 picoF.
9 volt	10 picoF.
10 volt	9 picoF.

ELENCO COMPONENTI LX.5039

R1 = 220 000 ohm
R2 = 120.000 ohm
R3 = 22.000 ohm
R4 = 100 ohm
R5 = 2.200 ohm
R6 = 120.000 ohm
R7 = 12.000 ohm
R8 = 1.500 ohm
R9 = 680 ohm
R10 = 10.000 ohm
R11 = 1.800 ohm
R12 = 680 ohm
R13 = 100 ohm
R14 = 22.000 ohm
R15 = 100.000 ohm pot. lin.
R16 = 22.000 ohm
R17 = 22.000 ohm
R18 = 10.000 ohm pot. 10 giri
R19 = 1.200 ohm
R20 = 47.000 ohm
R21 = 8.200 ohm
R22 = 2.200 ohm pot. lin.
R23 = 47.000 ohm
R24 = 47.000 ohm
R25 = 100 ohm
R26 = 100 ohm
R27 = 68.000 ohm
R28 = 100 ohm 1/2 watt
C1 = 27 pF ceramico
C2 = 100 pF ceramico
C3 = 100 microF. elettrolitico
C4 = 1 microF. poliestere
C5 = 100.000 pF ceramico
C6 = 100.000 pF ceramico
C7 = 100.000 pF ceramico
C8 = 100.000 pF ceramico
C9 = 100.000 pF ceramico
C10 = 1 microF. poliestere
C11 = 15.000 pF poliestere
C12 = 100.000 pF poliestere
C13 = 220 microF. elettrolitico
C14 = 470.000 pF poliestere
C15 = 100.000 pF poliestere
C16 = 10 microF. elettrolitico
C17 = 100 pF ceramico
C18 = 150 pF ceramico
C19 = 150 pF ceramico
C20 = 100.000 pF ceramico
C21 = 4,7 microF. elettrolitico
C22 = 1.000 microF. elettrolitico
C23 = 100.000 pF poliestere
C24 = 100.000 pF poliestere
L1 = impedenza 220 microhenry
L2 = impedenza 100 microhenry
MF1 = media frequenza Gialla
MF2 = media frequenza Nera
FC1 = filtro ceramico 455 KHz
DG1 = diodo tipo AA.117
DS1 = diodo tipo 1N.4148
RS1 = ponte raddrizz. 100 V 1 A
DV1 = varicap tipo BB.112
DV2 = varicap tipo BB.112
DV3 = varicap tipo BB.112
DV4 = varicap tipo BB.112
TR1 = transistor NPN - BF.495
TR2 = transistor NPN - BF.495
FT1 = fet tipo 2N.5248
MFT = mosfet tipo BF.966
IC1 = integrato TDA.7052B
IC2 = integrato L.7812
T1 = trasform. 6 watt (mod. T006.02)
secondario 8-15 V 0,4 A
S1A+B = doppio deviatore
S2 = semplice interruttore
MA = strumento 200 microA.
AP = altoparlante 8 ohm

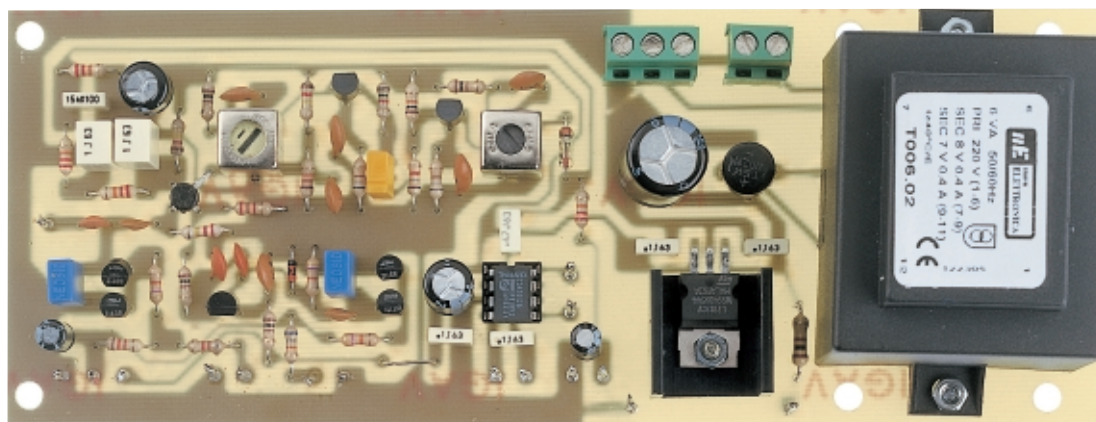



Fig.378 Ecco come si presenterà il circuito stampato quando avrete montato tutti i componenti. Sul circuito stampato che vi forniremo, troverete riprodotto il disegno serigrafico di ogni componente e la relativa sigla, quindi sarà impossibile sbagliare.

Ora vi chiederete come facciamo a far giungere su questi **diodi varicap** una tensione di soli **10,5 volt**, visto che, ruotando il cursore del potenziometro **R18** verso la massima tensione positiva, su questo terminale troviamo una tensione di **12 volt**.

Se guardate attentamente lo schema elettrico, noterete che i **12 volt**, prima di raggiungere i due diodi varicap **DV1-DV2**, passano attraverso il partitore resistivo composto dalle resistenze **R19-R21-R22**, che provvede a ridurli sui **10,5 volt**.

Il secondo potenziometro **R22** da **2.200 ohm** inserito in questo partitore, permette di **accordare** molto finemente la bobina **L1**.

La frequenza che avremo **sintonizzato** con la bobina **L1** e i due diodi varicap **DV1-DV2**, viene applicata sul **Gate 1** del semiconduttore siglato **MFT**.

Questo componente che ancora non conoscete, è un **Mosfet** chiamato anche **Dual-Gate** perchè dispone di **due** Gate.

In pratica un **mosfet** è costituito da due **fet** collegati in **serie** all'interno di un unico contenitore (vedi fig.379) e per questo motivo abbiamo disponibili solo quattro terminali chiamati **D**rain, **S**ource, **G**ate **1** e **G**ate **2**.

Applicando un segnale sul **G**ate **1**, questo uscirà dal terminale **D**rain **amplificato** in rapporto alla tensione positiva applicata sul **G**ate **2**.

Polarizzando il **G**ate **2** con una tensione **positiva** di circa **4 volt**, il Mosfet amplificherà il segnale che entra nel **G**ate **1** di circa **12 volte**, applicando una tensione **positiva** di circa **1 volt** amplificherà il segnale di circa **3 volte**.

Dicendo questo avrete intuito che basta variare la **tensione** sul **G**ate **2**, per modificare il **guadagno** di questo stadio preamplificatore.

Per **convertire** il segnale applicato sul **G**ate **1** su una frequenza fissa di **455 KHz**, è necessario applicare sul suo terminale **S**ource un segnale **RF** che abbia una frequenza maggiore di **455 KHz** rispetto a quella che avremo sintonizzato con la bobina **L1** e i diodi varicap **DV1-DV2**.

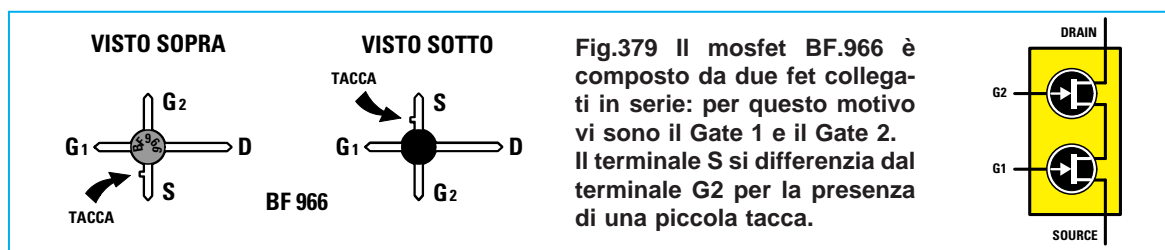
Per ottenere questa frequenza utilizziamo come stadio **oscillatore** il fet siglato **FT1**.

Il circuito di **sintonia** composto dalla bobina **L2** da **100 microhenry** e dai due **diodi varicap** siglati **DV3-DV4**, ci permette di generare un segnale **RF** che copre la gamma da:

2.055 KHz a **955 KHz**

La frequenza generata prelevata dal **S**ource del fet **FT1**, viene applicata direttamente sul **S**ource del Mosfet **MFT** tramite la resistenza **R25**.

Il potenziometro **R18** che utilizziamo per variare la tensione sui diodi varicap **DV1-DV2**, lo utilizziamo anche per variare la tensione sui diodi varicap **DV3-DV4**: pertanto, **diminuendo** o **aumentando** la capacità di **DV1-DV2**, automaticamente **diminuisce** o **aumenta** anche la capacità dei diodi varicap **DV3-DV4**.

Fig.379 Il mosfet BF.966 è composto da due fet collegati in serie: per questo motivo vi sono il Gate 1 e il Gate 2. Il terminale S si differenzia dal terminale G2 per la presenza di una piccola tacca.

Ammesso che il circuito di **sintonia** composto da **L1** e dai diodi varicap **DV1-DV2** risulti sintonizzato sulla frequenza di **600 KHz**, automaticamente il circuito dello stadio **oscillatore** composto dalla bobina **L2** e dai diodi varicap **DV3-DV4** viene fatto oscillare sulla frequenza di **1.055 KHz**.

Facendo la differenza tra la frequenza **maggiore** e quella **minore** otteniamo:

1.055 - 600 = 455 KHz

Se sintonizziamo la bobina **L1** sulla frequenza di **800 KHz**, automaticamente i diodi varicap **DV3-DV4** fanno oscillare la bobina **L2** dello stadio oscillatore sulla frequenza di **1.255 KHz**.

Anche in questo caso se facciamo la differenza tra la frequenza **maggiore** e quella **minore** otteniamo sempre:

1.255 - 800 = 455 KHz

Nel terminale **D**rain del Mosfet **MFT** troviamo inserito l'avvolgimento primario della **MF1** (Media Frequenza), **accordato** sulla frequenza di **455 KHz**: quindi, tutte le altre frequenze che non risultino pari a **455 KHz** non passeranno attraverso il suo avvolgimento secondario.

Dall'avvolgimento secondario della **MF1** viene quindi prelevata la frequenza di **455 KHz**, per essere applicata sulla **B**ase del transistor che provvede ad amplificarla.

Sul **C**ollettore del transistor **TR1** troviamo applicato un **filtro ceramico** (vedi **FC1**) da **455 KHz**, che utilizziamo per lasciar passare sul suo opposto terminale solo questa frequenza.

Poichè al terminale opposto di questo **filtro** risulta collegata la **B**ase del transistor **TR2**, quest'ultimo provvede ad amplificare la frequenza dei **455 KHz** che attraversa questo **filtro**.

Il **C**ollettore del transistor **TR2** è collegato all'avvolgimento primario della **MF2**, anch'esso accordato sui **455 KHz**, quindi il segnale presente su questo avvolgimento primario verrà trasferito per induzione sul suo avvolgimento secondario.

Il segnale amplificato, presente sul secondario della **MF2**, viene **raddrizzato** dal **diodo** al **germanio** siglato **DG1**.

Per la rivelazione si è scelto un **diodo** al **germanio**, perchè questo riesce a raddrizzare qualsiasi segnale alternato che superi un'ampiezza di soli **0,3 volt**, mentre i **diodi** al **silicio** iniziano a raddrizzare un segnale alternato solo quando la sua ampiezza supera gli **0,7 volt** circa.

In pratica, questo diodo eliminerà tutte le **semionde positive** e lascerà passare le sole **semionde negative** (vedi fig.381).

Per togliere dalle **semionde negative** il segnale **RF** dei **455 KHz** ancora presente, è sufficiente ap-

Fig.380 Connessioni viste da sopra dell'integrato TDA.7052/B. Le connessioni delle MF, del diodo varicap BB.112, del fet 2N.5248 e del transistor BF.495 sono invece viste da sotto, cioè dal lato in cui i terminali fuoriescono dai loro corpi.

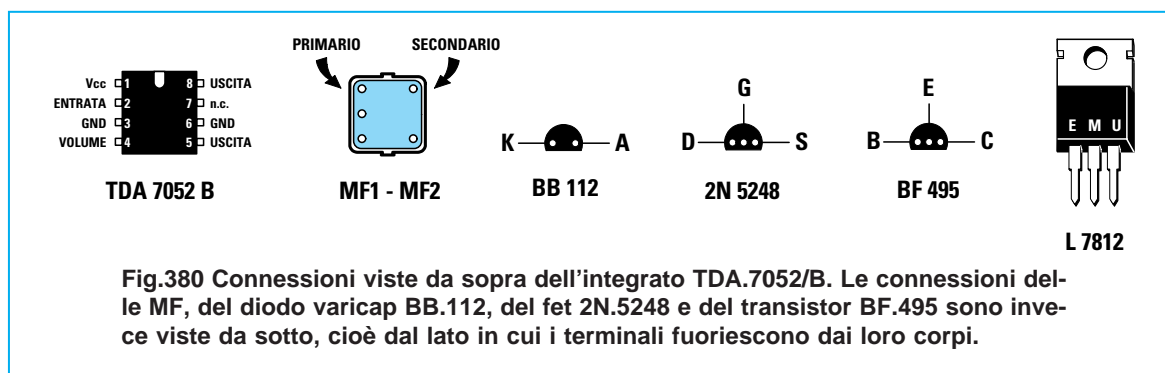
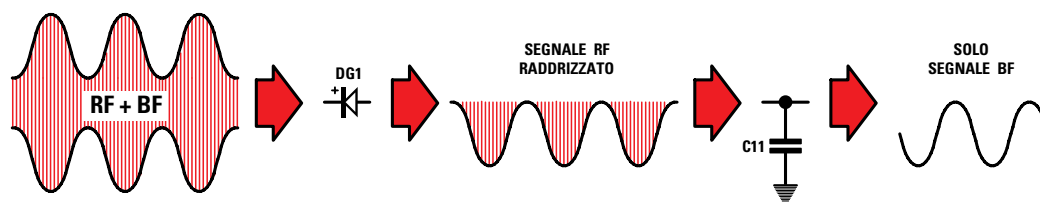



Fig.381 Dal secondario della MF2 fuoriesce un segnale RF come visibile nel disegno di sinistra. Il diodo DG1 elimina le semionde positive. Collegando tra il diodo e la massa un condensatore da 15.000 pF, questo scaricherà a massa la sola frequenza RF perchè per i 455 KHz questa capacità si comporta come una resistenza di pochi ohm, mentre per la BF questa capacità si comporta come una resistenza da 1.000 ohm.

plicare tra il suo **A**nodo e la **massa** un piccolo condensatore da **15.000 pF** (vedi **C11**).

Questo condensatore scaricherà a **massa** il solo segnale **RF** dei **455 KHz**, quindi ai capi del diodo **DG1** sarà presente il solo segnale di **bassa frequenza** (vedi fig.381 a destra).

Questo segnale **BF** viene trasferito, tramite il condensatore **C14**, sul piedino d'ingresso **2** del blocco **nero** che abbiamo siglato **IC1**, che è in pratica un piccolo un **integrato** amplificatore **BF** in grado di erogare una potenza di circa **1 watt**.

Sui suoi due terminali d'uscita **5-8**, possiamo quindi applicare un piccolo **altoparlante**, che ci consente di ascoltare il segnale **BF** della emittente selezionata.

Il potenziometro **R15** collegato al piedino **4** di **IC1**, serve come controllo di **volume**.

A questo punto dobbiamo aprire una parentesi e parlare dell'**AGC** (**A**utomatic **G**ain **C**ontrol), che tradotto in italiano significa **C**ontrollo **A**utomatico del **G**uadagno.

Come potete facilmente intuire, tutti i segnali **RF** che l'antenna capta non hanno la stessa **intensità**. I segnali delle emittenti ubicate a notevole distanza, giungono sempre **molto deboli**, mentre i segnali delle emittenti **locali** giungono sempre **molto forti**.

Di conseguenza i segnali **molto deboli** devono essere amplificati per il loro **massimo**, in modo da ottenere un segnale più che sufficiente per essere **raddrizzato**, mentre i segnali **molto forti** devono essere **attenuati** per evitare che **saturino** gli stadi amplificatori di **MF**.

Se un segnale **saturasse** gli stadi amplificatori di **MF**, in uscita si otterrebbe infatti un segnale **BF** notevolmente **distorto**.

Per **variare** automaticamente il **guadagno** del ricevitore, in modo da amplificare per il loro **massimo** i segnali molto **deboli** e pochissimo i segnali **molto forti**, utilizziamo la **tensione negativa** che il diodo **DG1** ha raddrizzato.

Come in seguito noterete, spostando il doppio deviatore **S1** in posizione **S-Meter**, la lancetta dello strumentino **MA** devia verso il **fondo scala** nel caso vengano captati segnali **molto forti**, mentre devia di poco nel caso vengano captati segnali molto **deboli**.

Per variare il **guadagno** del Mosfet **MFT**, andremo a variare la sola tensione sul **G**ate **2**.

La resistenza **R2** da **120.000 ohm**, collegata sul **G**ate **2**, polarizza il Mosfet con una tensione **positiva** di circa **3,5 volt** e con questa tensione otterremo il **massimo guadagno**.

Se l'antenna capta un segnale **molto forte**, il diodo raddrizzatore **DG1** fornisce una tensione **negativa** che può raggiungere anche i **3 volt**, mentre se l'antenna capta un segnale **molto debole**, questa tensione non supera mai gli **0,5 volt**.

Questa tensione **negativa** viene applicata, tramite le resistenze **R14-R3**, sul **G**ate **2** del Mosfet e, in questo modo, **viene ridotta** la tensione **positiva** applicata su questo terminale.

Quando giunge un segnale molto **forte**, il diodo **DG1** fornisce una tensione **negativa** di circa **3 volt**, quindi la tensione **positiva** sul **G**ate **2** scende da **4 volt** a **1 volt** e con questa tensione il Mosfet **MFT** amplifica il segnale di sole **2 volte**.

Quando giunge un segnale molto **debole**, il diodo **DG1** fornisce una tensione **negativa** di circa **0,5 volt negativi**, quindi la tensione sul **G**ate **2** scende da **4 volt** a **3,5 volt** e con questa tensione il Mosfet **MFT** amplifica il segnale di ben **10 volte**.

NOTA: I valori di tensione riportati in questi esempi sono approssimativi e servono soltanto a farvi comprendere come funziona il **C**ontrollo **A**utomatico di **G**uadagno in un ricevitore.

Lo strumentino **MA** inserito in questo ricevitore è utile anche per svolgere una seconda funzione: infatti, spostando il doppio deviatore **S1** sulla posizione **Sintonia**, potremo conoscere quale tensione risulta applicata sui **diodi varicap** e sapere, con una buona approssimazione, se siamo sintonizzati sulla frequenza di **1.600 KHz** (la lancetta devia verso il suo **massimo**) oppure sui **1.000 KHz** (la lancetta devia al **centro** scala) o sui **500 KHz** (la lancetta rimane all'**inizio** scala).

Per alimentare questo ricevitore occorre una tensione stabilizzata di **12 volt**, che preleviamo dallo stadio di alimentazione composto dal trasformatore **T1**, dal ponte raddrizzatore **RS1**, dall'integrato stabilizzatore **L.7812** siglato **IC2** (vedi fig.377).

Per concludere, riassumiamo le funzioni svolte da tutti i semiconduttori utilizzati in questo ricevitore **supereterodina**.

MFT = questo Mosfet serve per **preamplificare** il segnale sintonizzato dalla bobina **L1** per variare il suo **guadagno** e per **convertire** la frequenza captata sul valore fisso di **455 KHz**, applicando sul suo **S**ource il segnale **RF** prelevato dallo stadio oscillatore **FT1**.

FT1 = questo fet viene utilizzato come **oscillatore RF** per generare un segnale che, **miscelato** con il segnale captato dall'antenna, permette di ottenere la **conversione** della frequenza captata in una frequenza fissa di **455 KHz**.

TR1 = questo transistor serve per **preamplificare** il segnale di **455 KHz** prelevato dal secondario della Media Frequenza **MF1**.

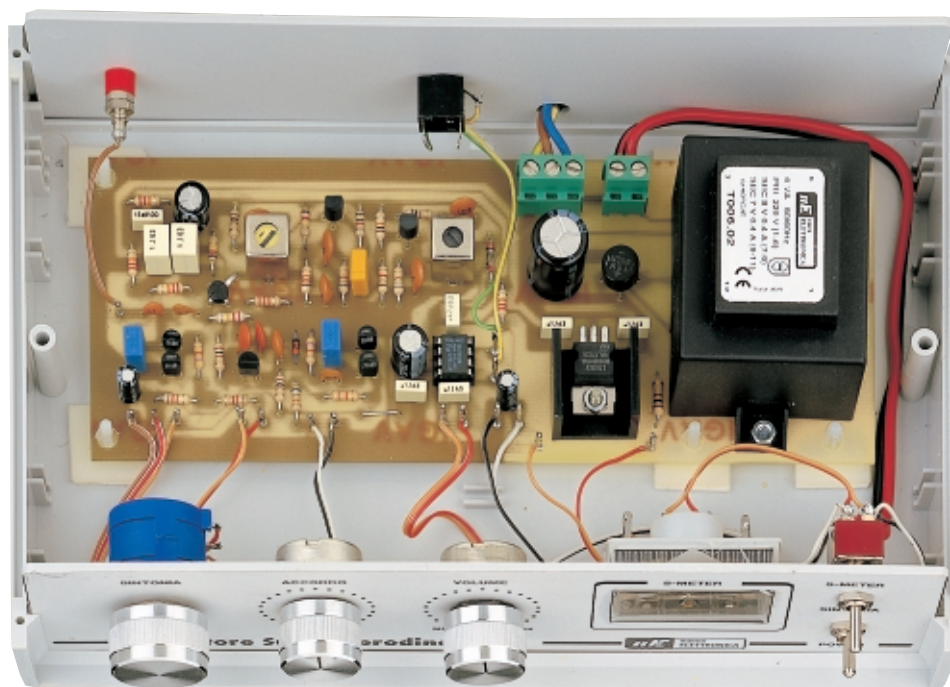



Fig.382 Il circuito stampato va fissato all'interno del mobile con dei distanziatori plastici con base autoadesiva che innesterete nei 6 fori presenti sullo stampato. Prima di fissare i potenziometri di Accordo e del Volume sul pannello frontale, dovete accorciare i loro perni per tenere le manopole il più vicino possibile al pannello.

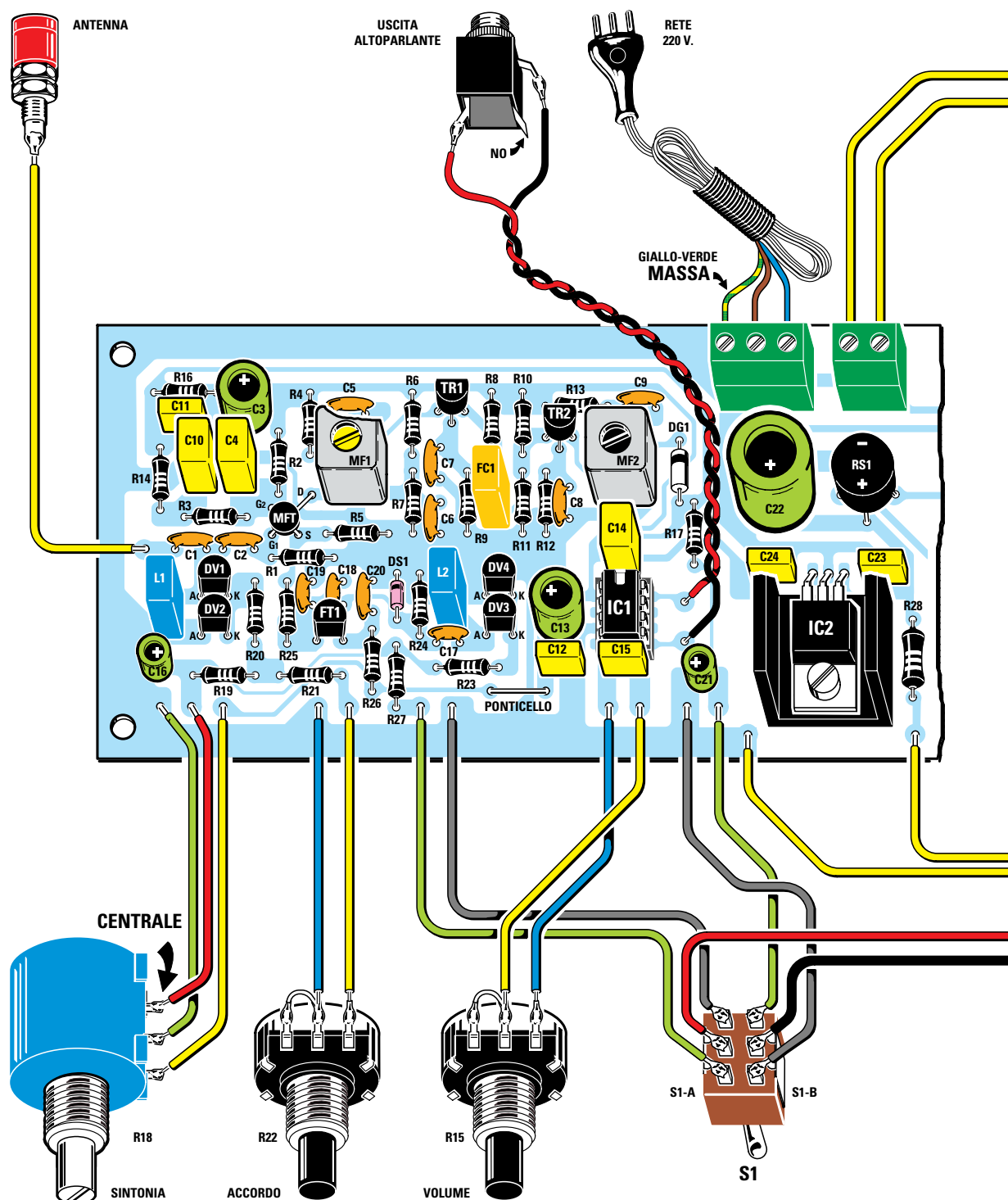



Fig.383 Schema pratico di montaggio del ricevitore. Il disegno è stato suddiviso in due parti perchè non rientrava in una sola pagina. Non dimenticatevi di inserire il ponticello vicino a R23 e C12 e di inserire il filo Giallo/Verde di "massa" del cordone di alimentazione nel primo foro di sinistra della morsettiera a 3 poli visibile in alto a destra.

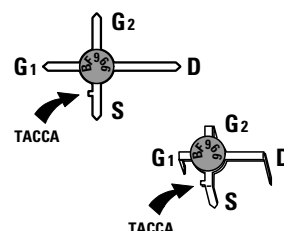
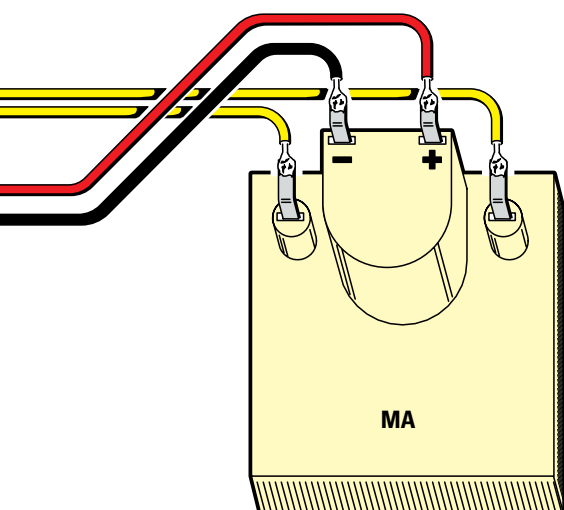
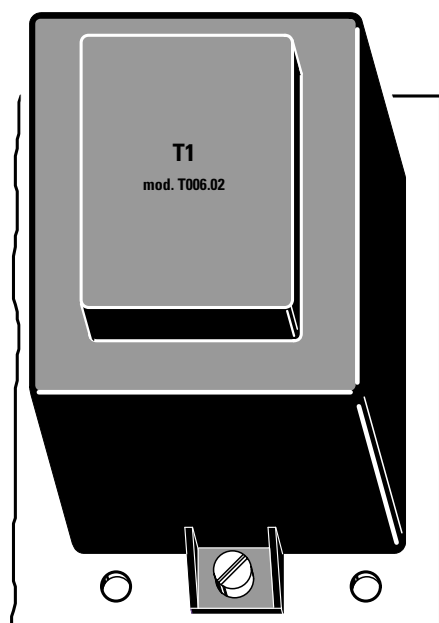
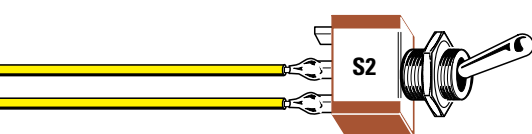



Fig.384 Prima di ripiegare a L i quattro terminali del mosfet, rivolgete verso il basso il terminale S che si riconosce perchè è il solo ad essere provvisto di una piccola "tacca" di riferimento.

TR2 = questo transistor serve per **preamplificare** il segnale di **455 KHz** prelevato dall'uscita del filtro ceramico **FC1**.

DG1 = questo diodo serve per **raddrizzare** il segnale dei **455 KHz**, in modo da prelevare il segnale di **Bassa Frequenza** e anche una tensione **negativa** da applicare sul **G**ate **2** del Mosfet **MFT** per variare in modo automatico il suo **guadagno**.

IC1 = questo integrato serve per amplificare il segnale **BF** raddrizzato dal diodo **DG1**, in modo da ottenere in uscita una potenza più che sufficiente per pilotare un **altoparlante**.

IC2 = questo integrato serve per **stabilizzare** sul valore di **12 volt**, la tensione **positiva** prelevata dall'uscita del ponte raddrizzatore **RS1**.

REALIZZAZIONE PRATICA

Una volta in possesso del circuito stampato siglato **LX.5039**, su questo dovete montare tutti i componenti disponendoli come visibile in fig.383.
Se seguirete tutte le nostre istruzioni, possiamo assicurarvi che a montaggio ultimato il vostro ricevitore **funzionerà** in modo perfetto.

Come prima operazione, inserite nei due fori posti sotto a **R23** e **C12** un sottile filo di **rame nudo**, saldandolo sotto alle piste del circuito stampato in modo da ottenere un **ponticello**.

Come seconda operazione prendete il mosfet **MFT** che ha **4 terminali** (vedi fig.384).
Il terminale **più lungo** è il **D**rain, il terminale posto sulla sinistra è il **G**ate **1** e gli altri due, disposti a croce, sono il **G**ate **2** e il **S**ource.
Il terminale **S**ource si differenzia dal **G**ate **2** perchè ha una minuscola **tacca** di riferimento.

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

È molto **importante** che questa piccola **tacca** che caratterizza il terminale **S**ource venga rivolta verso il **basso** (vedi fig.384), in caso contrario il ricevitore **non** potrà funzionare.
Con un paio di pinze ripiegate a **L** questi quattro terminali ed inseriteli nei fori predisposti sullo stampato.

Vi facciamo notare che se il terminale Source venisse ripiegato a **L** in senso **opposto** al richiesto, risulterebbe rivolto verso la resistenza **R2** e non, come necessario, verso la resistenza **R5**.

Completata questa operazione, consigliamo di inserire lo **zoccolo** per l'integrato **IC1**, saldandone i piedini sulle piste sottostanti del circuito stampato.

A questo punto, potete iniziare a montare tutte le **resistenze**, controllando attentamente i colori delle loro **fasce** per evitare di commettere errori.

Montate quindi il diodo al silicio **DS1** vicino alla resistenza **R24**, rivolgendo verso l'alto il lato del suo corpo contornato da una **fascia nera** e il diodo al germanio **DG1** vicino alla **MF2**, rivolgendo verso l'alto il lato del suo corpo contornato sempre da una **fascia nera** (vedi fig.383).

Il diodo al germanio **DG1** è facilmente identificabile, perchè il suo corpo ha dimensioni maggiori rispetto al diodo al silicio **DS1**.

Proseguendo nel montaggio, inserite tutti i condensatori **ceramici** e se vi trovate in difficoltà a **decifrare** la sigla stampigliata sul loro corpo, vi basterà rileggere la **Lezione N.3**.

Montate quindi i condensatori **poliestere**, poi gli **elettrolitici** rispettando la polarità **+/–** dei loro due terminali.

Prendete ora la bobina **L1** sul corpo della quale è inciso il numero **220** e collocatela vicino ai diodi varicap siglati **DV1-DV2**, poi la bobina **L2** contraddistinta dal numero **100** e collocatela vicino ai diodi varicap siglati **DV3-DV4**.

Tra le due resistenze **R9-R11** inserite il filtro ceramico **FC1** che ha il corpo di colore giallo.

La Media Frequenza siglata **MF1** caratterizzata da un nucleo di colore **giallo**, va saldata vicino al mosfet **MFT**, mentre la Media Frequenza siglata **MF2**, che ha un nucleo di colore **nero**, in prossimità del transistor **TR2**.

Non dimenticatevi di saldare sulle piste del circuito le due linguelle dei loro contenitori **metallici**, in modo a schermarne gli avvolgimenti interni.

Per completare il montaggio dovete inserire i quattro diodi varicap **DV1-DV2-DV3-DV4**, rivolgendo verso il **basso** il lato **piatto** dei loro corpi come visibile in fig.383.

Dopo questi diodi, potete montare i due transistor **TR1-TR2** rivolgendo verso l'**alto** il lato **piatto** dei loro corpi, poi il fet **FT1** siglato **2N.5248** rivolgendo verso il **basso** il lato **piatto** del suo corpo.

Nel lato destro dello stampato inserite il ponte raddrizzatore **RS1** rispettando la polarità dei suoi terminali, poi l'integrato stabilizzatore **IC2** che, come potete vedere nel disegno dello schema pratico, va collocato sopra alla piccola aletta di raffreddamento a forma di **U** e infine il trasformatore **T1**.

Vicino al ponte raddrizzatore **RS1** inserite la morsettiera a **3 poli** per entrare con il cordone di rete dei **220 volt** e quella a **2 poli** che vi servirà per collegare l'interruttore di accensione **S2**.

Ora inserite nel suo zoccolo l'integrato **IC1**, rivolgendo la tacca di riferimento a forma di **U** verso il condensatore poliestere **C14**.

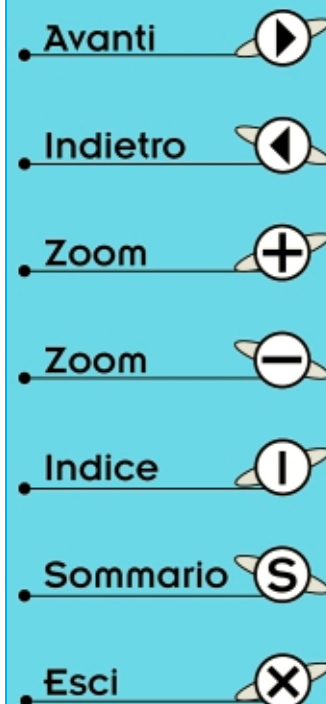
Nelle piste sulle quali vanno saldati i fili da collegare alla boccola dell'antenna, allo spinotto femmina dell'altoparlante, ai potenziometri, al doppio deviatore **S1** e allo strumentino **MA**, inserite quei piccoli chiodini **capifilo** che troverete nel kit.

A questo punto potete prendere il pannello frontale del mobile che risulta **già forato** e fissare su questo lo **strumentino** microamperometro, con un po' di scotch o una goccia di attaccatutto, poi i tre potenziometri e il doppio deviatore **S1**.

Servendovi di un seghetto, accorciate i perni plastici dei due potenziometri **R22-R15**, per evitare di avere due manopole più distanziate dal pannello rispetto a quella del potenziometro **R18**.

Con degli spezzoni di filo isolato in plastica, collegate i terminali di questi componenti fissati sul pannello, ai chiodini capifilo applicati in precedenza sul circuito stampato.

Vi consigliamo di eseguire questa operazione soltanto dopo aver fissato il circuito stampato sul piano del mobile con i distanziatori plastici con base **autoadesiva** che troverete all'interno del kit.

Prima di montare questi distanziatori, dovete **to-**

gliere dalle loro basi la carta che protegge la superficie adesiva.

Cercate di eseguire accuratamente questi collegamenti in modo da ottenere un buon risultato estetico.

Dobbiamo farvi presente che il terminale **centrale** del potenziometro multigiri **R18** non si trova al **centro** come in tutti gli altri potenziometri rotativi, ma in prossimità dell'estremità del suo corpo come appare ben evidenziato nel disegno di fig.383.

Sullo strumentino **MA** giungono **4 fili**, perchè sui due laterali viene applicata una tensione continua che serve per alimentare la piccola **lampadina** posta al suo interno.

Ora potete prendere il pannello **posteriore** plastico del mobile e praticare su questo tre fori, uno del diametro di **8 mm** per passare con il cordone di rete dei **220 volt** e due fori del diametro di **6 mm** per fissare la boccola dell'antenna e la presa **femmina** entro la quale andrà inserito lo spinotto **maschio** dell'altoparlante.

Importante = Quando fisserete i fili terminali del cordone di alimentazione dei **220 volt** sulla morsettiera a **3 poli**, dovete inserire il filo di colore **giallo-verde** nel morsetto di **sinistra** perchè questo filo, che sarebbe quello della **terra**, risulta collegato allo spinotto **centrale** della presa maschio.

Completate tutte queste operazioni, prendete la piccola **cassa acustica** entro la quale è collegato l'altoparlante, poi spellate le estremità del cavetto che fuoriesce da essa e saldatele sui due terminali dello spinotto **maschio** jack come illustrato in fig.385.

Controllate che i due fili non entrino in cortocircuito perchè se questo avviene, il vostro altoparlante **non** potrà funzionare.

Anche quando collegherete i due fili per l'altoparlante alla presa **femmina** fissata sul pannello posteriore, uno lo dovrete collegare al terminale posto vicino al pannello e l'altro al terminale presente sul lato **opposto** come visibile in fig.383.

TARATURA del RICEVITORE

Anche se inserendo un filo lungo **3-4 metri** nella boccola dell'antenna riuscirete a captare qualche emittente, per ottenere la massima **sensibilità** dovete necessariamente tarare i **nuclei** delle due **medie frequenze** siglate **MF1-MF2**.

Quando eseguirete questa taratura, dovete aver già **fissato** il circuito stampato all'interno del mobile, per evitare di **toccare** involontariamente le piste di rame poste sotto alle due morsettiere a **3** e **2 poli** nelle quali è presente la tensione di rete dei **220 volt**.

Per eseguire questa **taratura** occorre solo un piccolo **cacciavite**.

1° - Inserite nella boccola antenna un filo lungo **3-4 metri** o anche più, tenendolo possibilmente in posizione verticale.

Fig.385 Dalla piccola Cassa Acustica, contenente l'altoparlante, fuoriesce un sottile cavetto schermato. Dopo aver spellato la sua estremità in modo da separare i due fili, dovete saldare quest'ultimi sui terminali del connettore jack maschio inserito nel kit. Arrotolate bene i sottili fili della calza di schermo per evitare che ne rimanga qualcuno volante.

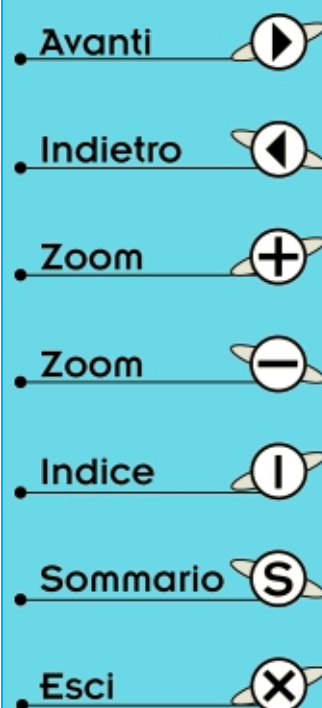
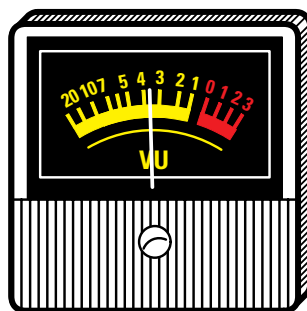



Fig.386 Per tarare questo ricevitore dovete ruotare la manopola R22 a metà corsa e spostare la leva del deviatore S1 sulla posizione S-Meter. Dopo aver inserito un filo nella boccola antenna, ricercate tramite il potenziometro R18 della Sintonia una emittente, poi ruotate il nucleo della MF2 e quello della MF1 fino a far deviare verso destra la lancetta dello strumento. Più lunga risulterà l'antenna più la lancetta devierà a destra.

2° - Ruotate la manopola del potenziometro **R22** di **accordo** a metà corsa.

3° - Spostate le leva del deviatore **S1** in posizione **S-Meter**, in modo da vedere la lancetta dello strumento **MA** deviare in rapporto all'intensità del segnale captato.

4° - Ruotate lentamente la manopola del potenziometro della **sintonia** fino a quando non riuscirete a captare una emittente e subito vedrete che la lancetta dello strumento **MA** devierà verso destra.

5° - Con il cacciavite ruotate il nucleo della **MF2** fino a trovare una posizione che farà deviare, anche se di poco, lancetta dello strumento verso destra.

6° - Ora ruotare il nucleo della **MF1** e anche qui troverete una posizione in cui la lancetta dello strumento devia ancor di più verso destra.

7° - Ottenuta questa condizione, provate a ruotare la manopola del potenziometro **R22** fino a trovare una posizione che farà deviare la lancetta dello strumento ancora di qualche millimetro.

Completate tutte queste operazioni, il ricevitore risulta già **tarato**, ma per ottenere la massima **sensibilità** dovete ritoccare i nuclei della **MF2** e della **MF1** su un segnale **molto debole**.

Captata una emittente che farà deviare la lancetta dello strumento su **1/4** di scala, ruotate di poco in senso orario o antiorario il nucleo della **MF2** per vedere se la lancetta dello strumento devia maggiormente, poi il nucleo della **MF1**, non dimenticando di correggere l'**accordo** tramite il potenziometro lineare **R22**.

Ottenuta la **massima** deviazione della lancetta dello strumento, potete chiudere il mobile perchè la **taratura** è completata.

LA RICEZIONE delle ONDE MEDIE

Durante il **giorno** riuscirete a captare **poche** emittenti, ma verso **sera** e di **notte**, quando aumenta la propagazione delle **Onde medie** come vi abbiamo spiegato nella **Lezione N.10**, riuscirete a captare anche molte emittenti **estere**.

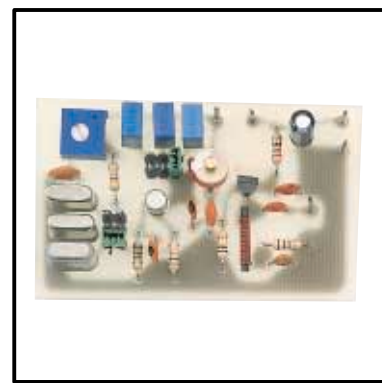
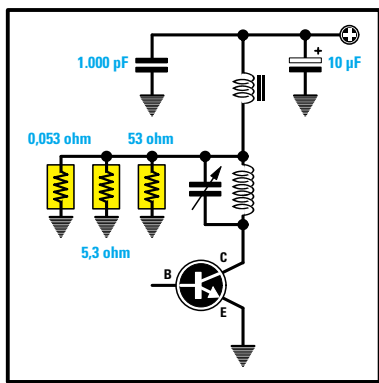
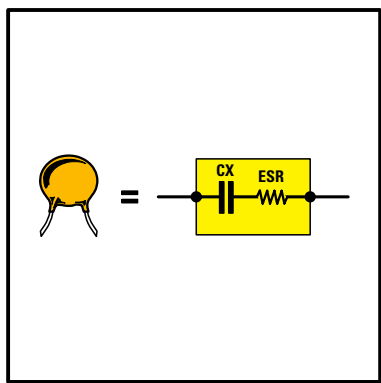
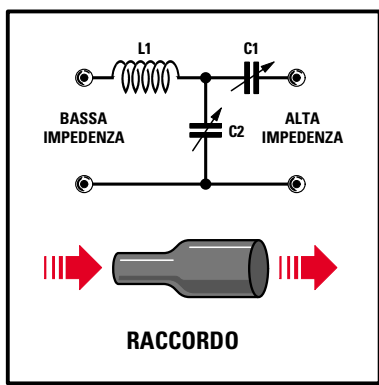
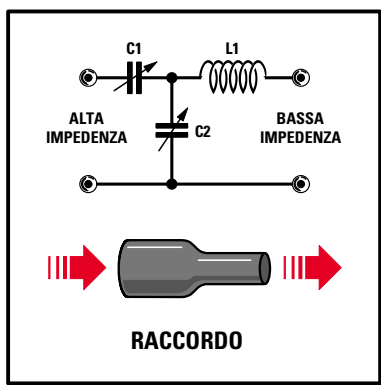
La **lunghezza** del filo che utilizzerete come **antenna** è determinante, infatti più risulta lungo più emittenti riuscirete a captare.
In passato questo **filo** veniva steso sopra il tetto di una casa, oppure in un cortile.
Chi abita in un condominio non sempre potrà farlo, comunque potrà aggirare l'ostacolo installando in alto, nella propria stanza, un sottile filo in plastica per impianti di campanelli, isolandone le due estremità con due piccoli pezzi di plastica.

COSTO DI REALIZZAZIONE

Costo di tutti i componenti necessari per realizzare la **supereterodina** per **Onde Medie LX.5039** (vedi fig.383), cioè circuito stampato, trasformatore di alimentazione, strumento V-Meter, box con altoparlante, transistor, MF, potenziometri, manopole, cordone di alimentazione per la tensione di rete, **esclusi** il mobile e la mascherina serigrafata
Lire 75.000 Euro 38,73

Costo del mobile **MO.5039** completo di mascherina forata e serigrafata
Lire 23.000 Euro 11,88

Costo del solo circuito stampato **LX.5039**
Lire 11.800 Euro 6,09

Tutti prezzi sono già **comprensivi** di IVA. Coloro che richiedono il kit in **contrassegno**, dovranno aggiungere le spese postali richieste dalle P.T. che si aggirano intorno a **L.7.000 Euro 3,62** per pacco.

*imparare l'*ELETTRONICA *partendo da* ZERO

Dopo avervi spiegato nelle **Lezioni N.24** e **N.25** come realizzare degli **oscillatori** di **alta frequenza**, ora vi indichiamo come **potenziare** i loro deboli segnali con degli stadi **amplificatori RF**.

Da questa Lezione apprenderete che per trasferire **senza** eccessive **perdite** il segnale **RF** prelevato dal **Collettore** di un transistor sulla **Base** del transistor amplificatore, è necessario adattare l'**elevata impedenza** del **Collettore** alla **bassa impedenza** della **Base**.

Anche per trasferire il segnale **RF** prelevato dal **Collettore** di uno stadio **finale** verso l'**antenna** trasmittente, è necessario adattare nuovamente la sua **elevata impedenza** al valore d'impedenza del **cavo coassiale**, che può essere di **50** o di **75 ohm**.

Adattare due diversi valori d'**impedenza** non è difficile perchè, come apprenderete, dovrete solo ruotare i **compensatori** presenti nel **filtro adattatore d'impedenza** fino a trovare il valore di capacità che vi permetterà di ottenere in uscita il **massimo** segnale **RF**.

A completamento di questa Lezione vi proporremo di montare un piccolo trasmettitore in gamma **27 MHz** modulato in **AM**, spiegandovi in modo molto dettagliato come tarare i compensatori per adattare perfettamente tutte le diverse **impedenze**.
Infine vi spiegheremo come calcolare un **filtro Passa/Basso** che, applicato sull'uscita del trasmettitore, impedisca a tutte le **frequenze armoniche** di raggiungere l'antenna irradiante.

TUTTO quello che dovete SAPERE per realizzare un TRASMETTITORE

La più grande aspirazione per un giovane appassionato di elettronica è quella di riuscire a realizzare un **trasmettitore** di media potenza in grado di inviare a distanza la propria voce.

Poichè si sa che dall'uscita di uno **stadio oscillatore** si prelevano sempre delle potenze **irrisorie**, per **potenziarle** è necessario amplificarle, ma per farlo bisogna conoscere preliminarmente tutti gli accorgimenti da adottare per realizzare degli efficienti stadi amplificatori di **alta frequenza**.

Ammesso di avere uno **stadio oscillatore** che fornisca in uscita una **potenza** di **0,05 watt**, applicando quest'ultima ad un transistor che provveda ad amplificarla di **6,31 volte**, dal suo **C**ollettore riusciremo a prelevare una potenza di:

0,05 x 6,31 = 0,315 watt

Se questa potenza è insufficiente, è necessario aggiungere un **secondo** transistor e, ammesso che anche questo la amplifichi di **6,31 volte**, dal suo **C**ollettore riusciremo a prelevare una potenza di:

0,315 x 6,31 = 1,987 watt

Volendo aumentare ulteriormente la **potenza**, dovremo aggiungere un **terzo** transistor e, ammesso che anche questo la amplifichi di **6,31 volte**, dal suo **C**ollettore riusciremo a prelevare una potenza di:

1,987 x 6,31 = 12,53 watt (vedi fig.387)

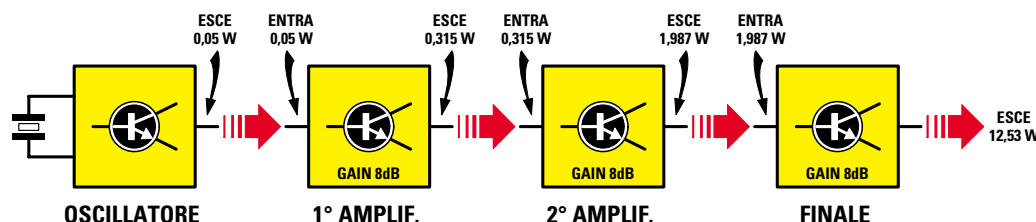



Fig.387 Applicando gli 0,05 watt erogati da uno stadio oscillatore sull'ingresso di uno stadio amplificatore che guadagna 8 dB, dalla sua uscita preleverete 0,315 watt.
Applicando questi 0,315 Watt sull'ingresso di un secondo stadio amplificatore che guadagna sempre 8 dB, dalla sua uscita preleverete 1,987 watt. Per aumentare questa potenza è necessario aggiungere un terzo stadio e, se anche questo guadagna 8 dB, dalla sua uscita preleverete 12,53 watt. Consultando la Tabella N.22 potete desumere che un guadagno di 8 dB corrisponde ad un aumento di potenza di 6,31 volte.

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

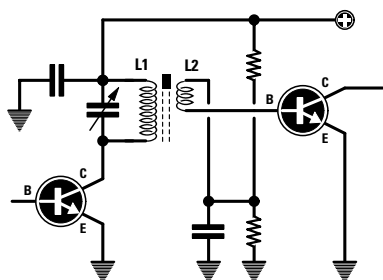



Fig.388 Il segnale RF generato da uno stadio oscillatore si può prelevare per via INDUTTIVA, avvolgendo due o tre spire (vedi L2) sul lato freddo di L1.

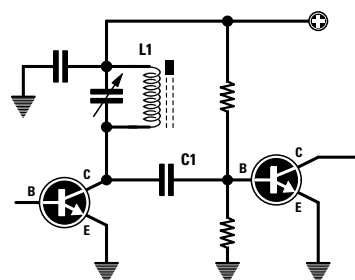



Fig.389 Per prelevare il segnale RF per via CAPACITIVA, basta collegare tra il Collettore e la Base dei due transistor un condensatore di piccola capacità (vedi C1).

TABELLA N.20

potenza max Transistor	impedenza Base	impedenza Collettore
1 watt	70 ohm	110 ohm
2 watt	36 ohm	60 ohm
3 watt	24 ohm	40 ohm
4 watt	18 ohm	30 ohm
5 watt	14 ohm	23 ohm
6 watt	12 ohm	20 ohm
7 watt	11 ohm	19 ohm
8 watt	8,5 ohm	14 ohm
9 watt	8,0 ohm	13 ohm
10 watt	7,8 ohm	12 ohm
15 watt	5,0 ohm	8,0 ohm
20 watt	3,6 ohm	6,0 ohm
30 watt	2,4 ohm	4,0 ohm
40 watt	1,8 ohm	3,0 ohm
50 watt	1,5 ohm	2,5 ohm
60 watt	1,2 ohm	2,0 ohm
70 watt	1,0 ohm	1,6 ohm
80 watt	0,9 ohm	1,4 ohm
90 watt	0,8 ohm	1,3 ohm
100 watt	0,7 ohm	1,1 ohm

Nota: Questa **Tabella**, anche se soltanto indicativa, serve ad evidenziare che l'impedenza di **B**ase di un **transistor RF** è sempre **minore** rispetto a quella del suo **C**ollettore.

Questi valori sono **approssimativi** perchè il valore d'**impedenza** varia da transistor e transistor ed in base al valore della **tensione** di alimentazione e a quello della **frequenza** di lavoro.

Nota: come potete vedere nella **Tabella N.22**, un **guadagno** di **6,31** corrisponde a un aumento in **potenza** di **8 dB**.

Purtroppo, per **amplificare** un segnale **RF** non è sufficiente, come nel caso della **BF**, prelevare il segnale dal **C**ollettore di un transistor e poi applicarlo, tramite un condensatore, sulla **B**ase di un transistor amplificatore: infatti, se non si provvede ad adattare l'**impedenza** del segnale prelevato dal **C**ollettore all'**impedenza** di **B**ase del transistor amplificatore, si hanno delle **perdite** elevate.

COSA significa adattare UN'IMPEDENZA?

Consultando la **Tabella N.20** è possibile notare che l'**impedenza** di **B**ase e di **C**ollettore di un transistor variano al variare della **potenza**.

Poichè questi valori d'**impedenza** non vengono mai riportati nelle **caratteristiche** dei transistor, molti vorranno sapere come si possono ricavare.

In linea di massima, per ricavare con una buona **approssimazione** il valore d'**impedenza** di **C**ollettore si può usare la seguente formula:

Z ohm = [(Vcc x Vcc) : (watt + watt)]

Z = è l'**impedenza** espressa in **ohm**;

Vcc = è la **tensione massima** che accetta il **C**ollettore del transistor;

watt = è la **potenza massima** che il transistor è in grado di erogare.

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

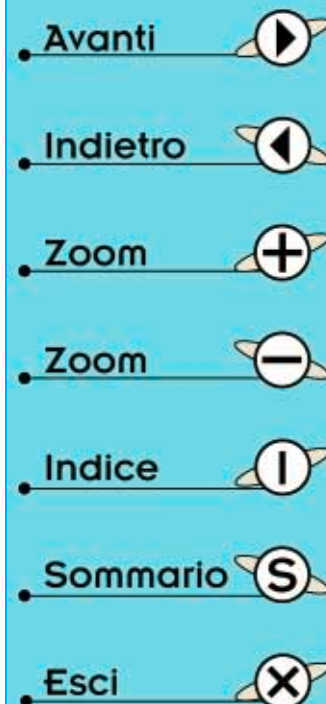



Fig.390 Il valore d'impedenza di Collettore di un transistor si può calcolare con la formula qui riportata. I Vcc sono i volt massimi che il transistor può accettare e i watt, quelli massimi che riesce ad erogare. Nella Tabella N.20 sono indicati i valori medi d'impedenza di Collettore e di Base in rapporto ai watt massimi erogabili.

Quindi se un transistor alimentato con una tensione **massima** di **18 volt** eroga una **potenza RF** di **7 watt**, l'impedenza del suo **C**ollettore sarà di circa:

[(18 x 18) : (7 + 7)] = 23 ohm

Se un altro transistor alimentato con una tensione **massima** di **15 volt**, eroga sempre una **potenza RF** di **7 watt**, l'impedenza del suo **C**ollettore risulterà di circa:

[(15 x 15) : (7 + 7)] = 16 ohm

Dobbiamo far presente che il valore d'**impedenza** di **C**ollettore, varia non solo al variare della **tensione** di alimentazione ma anche al variare della **frequenza** di lavoro.
Poichè pochi hanno spiegato come si deve procedere per **adattare** due diversi valori d'**impedenza**, è comprensibile che coloro che passano dalla **bassa frequenza** all'**alta frequenza** non riescano a comprendere per quale motivo, **amplificando** un segnale **RF**, la potenza anzichè **aumentare** si **riduca**.

Per spiegarvi che cosa significa **adattare** una **impedenza**, vi proponiamo un esempio **"idraulico"**.
Paragoniamo il transistor ad un contenitore provvisto sull'ingresso di un tubo di **piccolo diametro** perchè **bassa** risulta la sua impedenza e in **uscita** di un tubo di **grande diametro** perchè **alta** risulta la sua impedenza.

È intuitivo che accostando due tubi di diverso **diametro** (vedi fig.391) per far passare dell'**acqua** da un contenitore ad un altro, molta di questa andrà **dispersa**.
Per evitare tale **dispersione**, la soluzione ideale sarebbe quella di utilizzare due tubi dello **stesso** diametro, ma poichè ciò **non** è possibile, è necessario procurarsi dei **raccordi** che provvedano a collegare questi diversi **diametri** (vedi fig.392).

In **alta frequenza** un **raccordo** in grado di adattare una **bassa impedenza** ad un'**alta impedenza** o viceversa, si realizza con due **compensatori** e una **induttanza** (vedi figg.393-394).
I due **compensatori** siglati **C1-C2** vanno rivolti sempre verso l'impedenza **più alta**, mentre l'**induttanza L1** verso quella **più bassa**.

Per conoscere quanta potenza si **perderebbe** in presenza di un **disadattamento** di **impedenza** si può usare questa formula:

[(Z maggiore : Z minore) x 2] – 1

Z = è il valore d'**impedenza** espresso in **ohm**.

Se riprendiamo lo schema riportato in fig.387 che ci permetteva di ottenere in uscita una **potenza** di circa **12,53 watt** e lo montiamo **senza adattare** l'impedenza del **C**ollettore con la **B**ase del successivo transistor amplificatore, potremo calcolare quanta potenza viene **persa**.

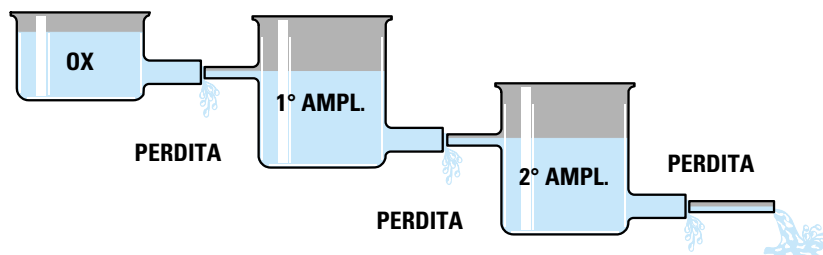



Fig.391 Poichè l'impedenza di Collettore è sempre maggiore rispetto a quella di Base del transistor che dovrà amplificare il segnale, non adattando queste due diverse impedenze si avranno sempre delle perdite, come quelle che si avrebbero se, per trasferire dell'acqua da un contenitore all'altro, venissero utilizzati due tubi di diametro diverso.

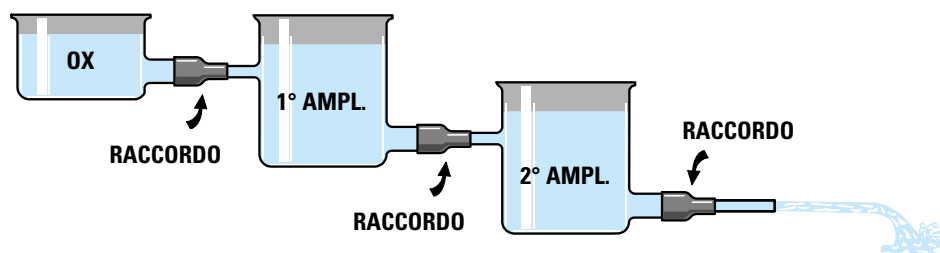



Fig.392 Per evitare tutte queste perdite di trasferimento, dovete usare dei "raccordi" in grado di adattare un diametro maggiore con un diametro minore o viceversa. In alta frequenza, questi raccordi "adattatori d'impedenza" sono sempre composti da due compensatori e una induttanza come potete vedere illustrato nelle figg. 393-394.

Ammesso che l'impedenza d'**uscita** dello **stadio oscillatore** risulti di **130 ohm** e che il segnale venga applicato sulla **B**ase di un **primo** transistor da **1 watt**, che ha una impedenza di circa **70 ohm** come qui sotto riportato:

potenza max del transistor = 1 watt
impedenza Base = 70 ohm
impedenza Collettore = 110 ohm

otterremo un **disadattamento** pari a:

[(130 : 70) x 2] – 1 = 2,7

Collegando l'uscita di questo transistor, che ha una **impedenza** di **110 ohm**, alla **B**ase di un transistor in grado di erogare una potenza **massima** di **2 watt** (vedi fig.397), consultando la **Tabella N.20** scopriremo che esso presenta i seguenti valori d'impedenza:

potenza max del transistor = 2 watt
impedenza Base = 36 ohm
impedenza Collettore = 60 ohm

Collegando i **110 ohm** del **primo** transistor ad un valore di **36 ohm** che è il valore d'impedenza del **secondo** transistor, otterremo un **disadattamento** d'impedenza pari a:

[(110 : 36) x 2] – 1 = 5,11

Se poi aggiungiamo un **terzo** transistor in grado di erogare una potenza **massima** di circa **15 watt**, consultando sempre la **Tabella N.20**, troveremo che questo presenta i seguenti valori d'impedenza:

potenza max del transistor = 15 watt
impedenza Base = 5,0 ohm
impedenza Collettore = 8,0 ohm

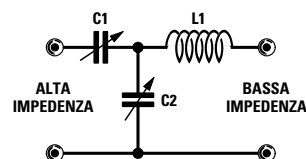



Fig.393 Per adattare un'ALTA impedenza ad una BASSA impedenza, è necessario applicare il segnale sul compensatore C1 e prelevarlo dalla induttanza L1.

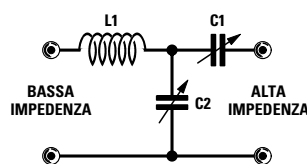



Fig.394 Per adattare una BASSA impedenza ad un'ALTA impedenza, è necessario applicare il segnale sulla induttanza L1 e prelevarlo dal compensatore C1.

TABELLA N.21

valore SWR o ROS di disadattamento	moltiplicatore per le perdite
1,0	0,000
1,1	0,002
1,2	0,008
1,3	0,017
1,4	0,030
1,5	0,040
1,6	0,053
1,7	0,067
1,8	0,082
1,9	0,096
2,0	0,111
2,1	0,126
2,2	0,140
2,3	0,155
2,4	0,169
2,5	0,184
2,6	0,197
2,7	0,211
2,8	0,224
2,9	0,237
3,0	0,250
3,1	0,260
3,2	0,270
3,3	0,286
3,4	0,298
3,5	0,309
3,6	0,319
3,7	0,330
3,8	0,340
3,9	0,350
4,0	0,360
4,1	0,370
4,2	0,380
4,3	0,390
4,4	0,397
4,5	0,405
4,6	0,414
4,7	0,422
4,8	0,430
4,9	0,437
5,0	0,445
5,5	0,479
6,0	0,510
6,5	0,538
7,0	0,563
7,5	0,585
8,0	0,605
8,5	0,623
9,0	0,640
9,5	0,650
10	0,670
11	0,695
12	0,716
13	0,735
14	0,751
15	0,766
16	0,778
17	0,790
18	0,800
19	0,810
20	0,819
21	0,826
22	0,833
23	0,840
24	0,844
25	0,852
26	0,857
27	0,861
28	0,867
29	0,870
30	0,874

Fig.395 Nella prima colonna di questa Tabella è riportato il valore di SWR o ROS (onde stazionarie) che si ottiene collegando due diversi valori d'impedenza e nella seconda colonna il fattore di moltiplicazione da utilizzare per calcolare le perdite.

Fig.396 Per calcolare il valore di SWR o di ROS potete usare la formula riportata sulla destra, mentre per calcolare il fattore moltiplicatore di perdita potete usare questa formula: (SWR - 1) : (SWR + 1)^2
Esempio: (4,5 - 1) : (4,5 + 1)^2 = 0,4049

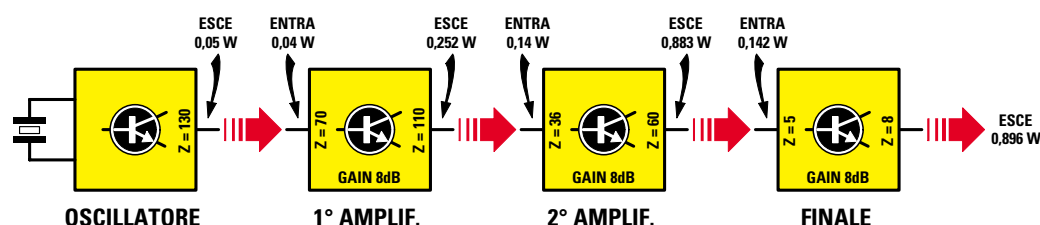



Fig.397 Realizzando lo schema di fig.387 che permetteva di prelevare dall'ultimo transistor una potenza di 12,53 watt, senza adattare nessuna impedenza, dall'ultimo transistor prelevereste solo 0,896 watt, cioè quasi la stessa potenza presente sul Collettore del secondo stadio amplificatore. Nel testo vi spieghiamo come calcolare le perdite causate da un disadattamento d'impedenza.

Se colleghiamo il **C**ollettore del **secondo** transistor che presenta un'impedenza di **60 ohm** alla **B**ase di questo **terzo** transistor che ha una impedenza di **5,0 ohm**, otterremo un **disadattamento** pari a:

[(60 : 5,0) x 2] – 1 = 23

Se ora consultiamo la **Tabella N.21**, dove nella **2° colonna** abbiamo riportato per quale **numero** è necessario **moltiplicare** la potenza erogata per conoscere la potenza che ricaveremo in presenza di un **disadattamento** d'**impedenza**, troveremo:

disadattamento 2,7 = moltiplicare per **0,211**
disadattamento 5,1 = moltiplicare per **0,445**
disadattamento 23 = moltiplicare per **0,840**

Nota: poichè nella **Tabella N.21** manca **5,1** abbiamo scelto il valore **5,0**.

Sapendo che sull'**uscita** dello stadio **oscillatore** è disponibile una potenza di **0,05 watt**, in presenza di un disadattamento d'impedenza di **2,7** perderemo una **potenza** di circa:

0,05 x 0,211 = 0,01 watt

quindi sulla **B**ase del **primo** transistor **non** giungeranno più **0,05 watt** ma soltanto:

0,05 – 0,01 = 0,04 watt

Poichè questo **primo** transistor amplifica il segnale applicato sulla sua **B**ase di **6,31 volte**, dal suo **C**ollettore preleveremo una potenza di:

0,04 x 6,31 = 0,252 watt

Collegando l'**uscita** di questo **primo** transistor, che fornisce una potenza di **0,252 watt**, alla **B**ase del **secondo** transistor, che ha una impedenza di **36 ohm**, perderemo una potenza pari a:

0,252 x 0,445 = 0,112 watt

quindi sulla **B**ase di questo **secondo** transistor giungerà una **potenza** di soli:

0,252 – 0,112 = 0,14 watt

Poichè questo **secondo** transistor amplifica il segnale applicato sulla **B**ase di **6,31 volte**, dal suo **C**ollettore preleveremo una potenza di:

0,14 x 6,31 = 0,883 watt

Collegando l'**uscita** di questo **secondo** transistor, che fornisce una potenza di **0,883 watt**, alla **B**ase del **terzo** transistor, che ha una impedenza di **5,0 ohm**, perderemo una potenza pari a:

0,883 x 0,840 = 0,741 watt

quindi sulla **B**ase di questo **terzo** transistor giungerà una **potenza** di soli:

0,883 – 0,741 = 0,142 watt

Poichè anche questo **terzo** transistor amplifica il segnale applicato sulla sua **B**ase di **6,31 volte**, dal suo **C**ollettore preleveremo una potenza di:

0,142 x 6,31 = 0,896 watt

Con questo esempio vi abbiamo dimostrato che **non adattando** perfettamente l'impedenza del **C**ollettore di un transistor all'impedenza di **B**ase del

transistor amplificatore, si ottengono delle elevate **perdite** di **potenza** e, infatti, sull'uscita del **terzo** transistor anziché ottenere una **potenza** di **12,53 watt** (vedi fig.387) ne otteniamo soltanto **0,896 watt** (vedi fig.397).

Tutte le operazioni riportate, sono calcoli che **non dovrete mai** svolgere, perchè oltre a **non** conoscere esattamente i valori d'impedenza di **B**ase e di **C**ollettore dei transistor utilizzati, vi sono anche tanti altri parametri **sconosciuti**.

Ad esempio, le **capacità interne** del transistor che variano al variare della **frequenza** di lavoro, la **capacità parassita** del circuito stampato e quella dell'**aletta** di raffreddamento, ecc.

Tutti questi problemi vengono risolti dai due compensatori **C1-C2** dei filtri di figg.393-394, che, una volta **tarati**, permettono di adattare in modo perfetto l'impedenza di **C**ollettore, che è **sconosciuta**, al valore d'impedenza di **B**ase anch'esso **sconosciuto**.

COLLEGARE un Collettore alla Base di un transistor amplificatore

Guardando la **Tabella N.20** appare evidente che il valore d'impedenza di **C**ollettore di un transistor risulta sempre **maggiore** rispetto all'impedenza di **B**ase del transistor utilizzato per amplificare il segnale **RF**.

Anche se **non** conosciamo il valore d'impedenza di **C**ollettore e nemmeno quello di **B**ase del transistor, per **adattarli** è sufficiente collegare il **filtro** come illustrato in fig.398.

Verso il **C**ollettore che ha una impedenza **maggiore**, va collegato il condensatore **C1**, mentre verso la **B**ase del transistor amplificatore che ha una impedenza **minore**, va collegata la bobina **L1**.

Per sapere quando questi due valori d'**impedenza** risultano perfettamente **adattati**, si procede normalmente per via **sperimentale**.

In **serie** al **C**ollettore del transistor amplificatore si collega un **milliamperometro** (vedi fig.399), poi si **tarano** i due compensatori **C1-C2** fino a trovare la capacità che fa assorbire al transistor la sua **massima corrente**.

Riferendoci all'esempio dei **tubi** idraulici di fig.392, possiamo affermare che il compensatore **C1** serve per adattare il **filtro** al diametro **maggiore**, mentre il compensatore **C2** serve per adattare il **filtro** al diametro **minore**.

La **bobina L1** collegata verso la **B**ase serve per accordare la **frequenza** di lavoro.

Infatti, come vi abbiamo spiegato a proposito dell'oscillatore a quarzo siglato **LX.5038** pubblicato nella **Lezione N.25**, se questa **bobina** non ha i **microhenry** richiesti, anzichè sintonizzarsi sulla frequenza **fondamentale** può sintonizzarsi su una frequenza **armonica**, cioè su una frequenza **doppia** rispetto alla **fondamentale**.

Questa caratteristica può essere sfruttata solo nel caso si voglia **duplicare** la **frequenza** prelevata dall'uscita dello **stadio oscillatore**.

Ad esempio, per trasmettere sulla frequenza di **96 MHz**, potremo utilizzare un **quarzo** che oscilli sui

Fig.398 Per trasferire il segnale prelevato da un Collettore verso la Base di un transistor amplificatore, dovete rivolgere il compensatore C1 verso il Collettore e la induttanza L1 verso la Base.

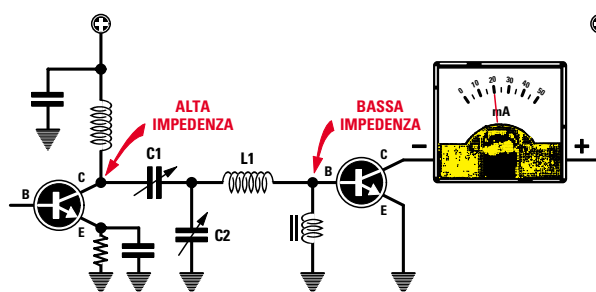



Fig.399 Per sapere in quale posizione ruotare i compensatori C1-C2, basta collegare al Collettore del transistor un milliamperometro. I due compensatori vanno ruotati fino a trovare la posizione in cui il transistor assorbirà la massima corrente.

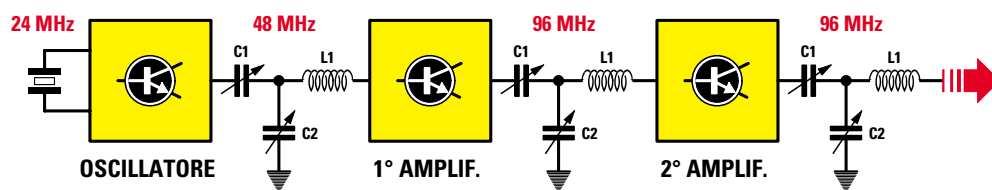



Fig.400 Se la bobina L1 ha un numero insufficiente di spire, anzichè accordarsi sulla frequenza fondamentale si accorderà su una frequenza armonica. Questa caratteristica può essere utilizzata per "duplicare" una frequenza. Ad esempio, nel caso di uno stadio oscillatore che genera una frequenza di 24 MHz, se userete una bobina L1 con poche spire potrete accordare il primo filtro sui 48 MHz, quindi potrete accordare il secondo e terzo filtro sui 96 MHz. Tarando un filtro su una frequenza armonica, sull'uscita otterrete una potenza minore rispetto a quella che otterreste se questi filtri venissero tarati sulla frequenza fondamentale generata dallo stadio oscillatore.

24 MHz, poi tarare il primo filtro sulla frequenza di **24+24 = 48 MHz** ed il secondo e terzo filtro sulla frequenza di **48+48 = 96 MHz** (vedi fig.400).

Calcolare il valore della **induttanza** di un **filtro adattatore** è alquanto difficile, perchè non si conoscono quasi mai il valore d'**impedenza** di **C**ollettore e di **B**ase dei transistor utilizzati.

Per risolvere questo problema, anzichè perdere tempo in complessi calcoli matematici che alla fine danno sempre dei **dati** molto **approssimativi**, anche i più **esperti** utilizzano il sistema **sperimentale** che risulta più semplice e preciso.

In pratica si parte con un **filtro** composto da due **compensatori** da **500 pF** ed una **bobina** provvista di **20 spire** realizzate con un filo di rame da **1 mm** avvolto su un diametro di **12-15 mm**.

Ruotando i due **compensatori** si verifica se con questo **filtro** si riesce a far assorbire al transistor la **massima corrente** (vedi fig.399).

Nel caso di esito negativo, si **riduce** il numero delle spire da **20** a **18**, poi a **15**, ecc.

Ammesso che si riesca a far assorbire al transistor la **massima** corrente con **6 spire** e ruotando **C1-C2** sui **100 pF** circa, si realizza un **secondo** filtro, inserendo una **bobina** con sole **6 spire** e due compensatori da **100 pF**.

Facciamo presente a chi monterà un qualsiasi trasmettitore, che **non** dovrà mai eseguire queste operazioni, perchè nell'elenco **componenti** troverà sempre indicate le **capacità** da utilizzare per i due **compensatori** e quante **spire** avvolgere per realizzare la **bobina** di accordo.

ADATTARE un transistor FINALE su un'impedenza di 50-75 ohm

Consultando la **Tabella N.20** si può notare che il valore d'impedenza di **C**ollettore di un transistor, risulta sempre **minore** rispetto ai **50-75 ohm** del **cavo coassiale** che viene poi utilizzato per inviare il segnale verso l'**antenna** trasmittente.

Anche se **non** conosciamo il valore d'impedenza di **C**ollettore del transistor utilizzato, sappiamo già che questa deve essere **aumentata** e per farlo è necessario collegare il **filtro** come visibile in fig.401.

In pratica, dovremo collegare la bobina **L1** al **C**ollettore e il condensatore **C1** verso l'**uscita**.

Per sapere se il nostro **filtro** riesce ad **adattare** la **bassa** impedenza di **C**ollettore su un valore di **50-51 ohm**, basta collegare all'uscita la **sonda** di **carico LX.5037** che vi abbiamo presentato nelle **Lezioni N.24-25**.

Facciamo presente che la sonda **LX.5037** accetta sull'ingresso una **potenza massima** di **1 watt**, quindi per misurare delle potenze **maggiori** è necessario sostituire le due resistenze d'ingresso da **100 ohm 1/2 watt** con altre di potenza **superiore**, che ci permettano di ottenere nuovamente un valore ohmico di circa **50-51 ohm**.

Ad esempio, per misurare una **potenza** massima di **5 watt** potremo collegare in parallelo **3** resistenze a **carbone** da **150 ohm 2 watt**, infatti:

150 : 3 = 50 ohm

Non si può comunque escludere che, a causa del-

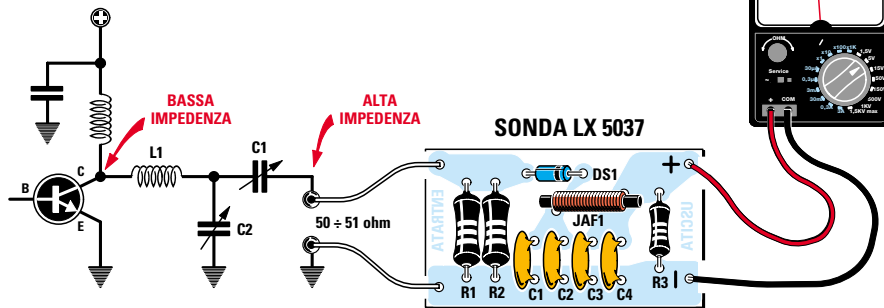



Fig.401 Per adattare l'impedenza d'uscita di un transistor sul valore di 50-75 ohm del cavo coassiale, dovete collegare la bobina L1 verso il Collettore e il compensatore C1 verso una Sonda di Carico che presenti sull'ingresso una resistenza da 50 o 75 ohm.

le **tolleranze** che hanno sempre tutte le resistenze, si ottenga un valore di **49** o **51 ohm**, ma ciò non è un problema.

Non dovete mai sostituire queste resistenze a **carbone** con delle resistenze a **filo**, perchè il loro filo interno al **nichel-cromo**, risultando sempre avvolto a **spirale**, si comporta come una **bobina**: di conseguenza, tarando i **compensatori** presenti nel filtro **adattatore**, la frequenza d'uscita viene accordata sui **microhenry** di questa **bobina**.

Non conoscendo il valore d'impedenza di **C**ollettore del transistor e nemmeno i valori della **capacità parassita** del circuito stampato e dell'**aletta** di **raffreddamento**, ecc., vi renderete conto che calcolare il valore di **L1** in **microhenry** non è semplice, quindi vi conviene sempre procedere per via **sperimentale**.

In pratica si deve realizzare un **filtro** utilizzando due **compensatori** da **500 pF** e una **bobina** composta da **20 spire** con filo di rame da **1 mm** avvolta in aria su un diametro di **10-12 mm**.

Ruotando i due **compensatori** si cercherà di ottenere sull'uscita la **massima tensione** (fig.401).

Se sul **tester** leggeremo una tensione minore dei **watt richiesti**, dovremo **ridurre** sperimentalmente il numero delle spire.

Se constatiamo che la **massima** tensione si ottiene con **10 spire** e con due capacità di circa **80 pF**, dovremo rifare un **secondo filtro** utilizzando una bobina con sole **10 spire** e due compensatori che abbiano una capacità di **100 pF**.

Maggiore è la **tensione** che leggeremo sulla **sonda** di **carico**, maggiore risulterà la **potenza RF** che preleveremo dall'uscita del transistor.

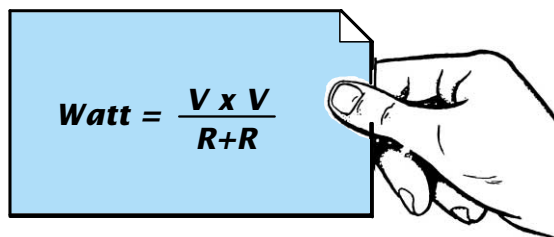
Come già saprete, la **formula** per calcolare la **potenza** d'uscita è la seguente:

watt efficaci = [(volt x volt) : (R + R)]

volt = è il valore di tensione misurata sul **tester** collegato alla **sonda** di **carico**.

R = è il valore **ohmico** della **resistenza** collegata all'ingresso della **sonda** di **carico**. Se tale resistenza è di 50 ohm, poichè questo valore va **raddoppiato** otterremo **50 + 50 = 100**, quindi la nostra formula può essere semplificata come segue:

watt = [(volt x volt) : 100]

Pertanto, se sul **tester** leggeremo **17,5 volt**, possiamo affermare che questo transistor fornisce in uscita una **potenza** di circa:

[(17,5 x 17,5) : 100] = 3 watt

Se invece leggeremo una tensione di **20 volt**, questo transistor fornisce una **potenza** di circa:

[(20 x 20) : 100] = 4 watt

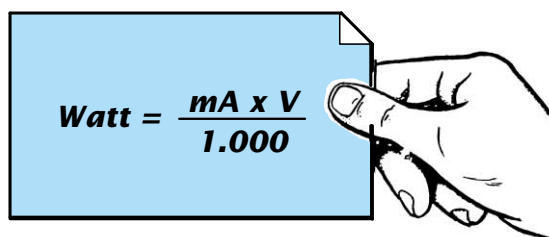
Per calcolare la **potenza RF** che un transistor finale è in grado di erogare si potrebbe usare anche questa formula (vedi fig.403):

watt = (mA x volt) : 1.000

Fig.402 Leggendo i volt che fuoriescono dalla sonda di carico (vedi fig.401), potete calcolare la potenza in watt utilizzando la formula qui riportata.
Il valore R espresso in ohm, è quello della resistenza applicata sull'ingresso della sonda di carico (50 o 75 ohm).

Fig.403 Se conoscete quanti mA assorbe lo stadio finale e i volt di alimentazione, potete calcolare i watt erogati utilizzando questa formula.
Poichè il rendimento di un transistor non supera mai l'80%, la potenza calcolata va moltiplicata per 0,8.

ma poichè il **rendimento** di un transistor non supera mai l'**80%** della potenza assorbita, i **watt** calcolati vanno moltiplicati per **0,8**.

Quindi se abbiamo un transistor che alimentato con **12 volt** assorbe **420 mA**, in **teoria** questo dovrebbe fornire una potenza di:

(420 x 12) : 1.000 = 5,04 watt

Considerando un **rendimento** dell'**80%**, la **reale potenza** che otterremo si aggirerà intorno ai:

5,04 x 0,8 = 4 watt

IL TRANSISTOR amplificatore di POTENZA

Per elevare la **debole potenza** erogata da uno **stadio oscillatore**, prima di scegliere un transistor **amplificatore** è necessario conoscere questi **dati**:

1° - massima **frequenza** di lavoro in **MHz**
2° - massima **potenza** fornita in uscita in **watt**
3° - massima **tensione** da applicare sul **C**ollettore
4° - massimo **guadagno** del transistor in **dB**

FREQUENZA DI LAVORO

Il transistor da utilizzare deve essere scelto con una **frequenza** di **taglio maggiore** rispetto alla frequenza che si desidera amplificare.
La **frequenza** di **taglio** è la frequenza **limite** che il transistor riesce ad **amplificare**.

Quindi per amplificare una **frequenza** di **30 MHz**, bisogna scegliere un transistor che abbia una frequenza di **taglio** di circa **60-70 MHz**.
Per amplificare una **frequenza** di **100-150 MHz**, bisogna scegliere un transistor che abbia una frequenza di **taglio** di circa **200-300 MHz**.

POTENZA FORNITA IN USCITA

Nelle specifiche di un transistor **RF** dovrebbe sempre essere riportata, sotto la voce **Output Power**, la massima **potenza RF** in **watt** che questo è in grado di erogare.

Non confondete l'**Output Power** con la voce **Total Device Dissipation**, anch'essa espressa in **watt**, perchè questa è la massima potenza che può dissipare il **corpo** del transistor in **calore**.

Per avere un buon margine di sicurezza, conviene sempre scegliere un transistor che riesca a fornire in uscita una potenza **maggiore** del richiesto.

Per prelevare una potenza di **3 watt**, conviene sempre scegliere un transistor in grado di erogare una potenza massima di **4-5 watt**.
Nel caso di un transistor da **3 watt**, ammesso che la potenza in uscita per un qualsiasi motivo superi i **3,5 watt**, non bisognerà stupirsi se dopo **pochi secondi** il transistor si **danneggerà**.

Per prelevare una potenza di **3 watt**, potremo an-

che scegliere dei transistor da **15-20 watt** che presentano il vantaggio di **non** danneggiarsi se inavvertitamente viene tolto il **carico** dalla loro uscita.
Se scegliete un transistor da **15-20-30 watt** non pensate di prelevare dalla sua **uscita** queste potenze, perchè come vi spiegheremo, tutto dipende dal suo **guadagno** in **dB** e dalla **potenza** che viene applicata sulla sua **B**ase.

TENSIONE DI LAVORO

Questo dato ci indica qual è la **massima** tensione che possiamo applicare sul **Collettore** di un transistor **RF** per **non** danneggiarlo.

Come noterete, alcuni transistor possono essere alimentati con tensioni di **15-18 volt** ed altri con tensioni di **24-30 volt**.

Se viene **modulato** in **frequenza**, cioè in **FM**, può essere utilizzato qualsiasi tipo di transistor purchè **non** si superi la sua tensione di alimentazione: quindi un transistor da **18 volt** può essere alimentato con una tensione massima di **18 volt** ed un transistor da **30 volt** può essere alimentato con una tensione massima di **30 volt**.

Se viene **modulato** in **ampiezza**, cioè in **AM**, si devono utilizzare **solo** dei transistor che possano essere alimentati con una tensione di **24-30 volt**, però sul loro **C**ollettore è necessario applicare una tensione che risulti pari alla **metà** della **massima** tensione di lavoro.

Quindi un transistor che richieda una tensione **max** di **24 volt**, andrà alimentato con **12 volt**, mentre un transistor che richieda una tensione **max** di **30 volt**, andrà alimentato con una tensione di **15 volt**.
La ragione per la quale è necessario alimentarli con una tensione **dimezzata** è presto spiegata.

Quando un transistor finale viene **modulato** in **ampiezza**, il segnale **BF** si somma al segnale **RF**, quindi la tensione presente sul **C**ollettore **raddoppia** come evidenziato in fig.406.

GUADAGNO in dB

Questo dato, sempre espresso in **dB** con la voce **Gain Power RF** o **Gpe**, indica di quante volte viene amplificata la **potenza** applicata sulla **B**ase di un transistor **RF**.
Se abbiamo due transistor in grado di erogare entrambi una **potenza** di **20 watt**:

transistor da 20 watt — Gain Power 7 dB
transistor da 20 watt — Gain Power 12 dB

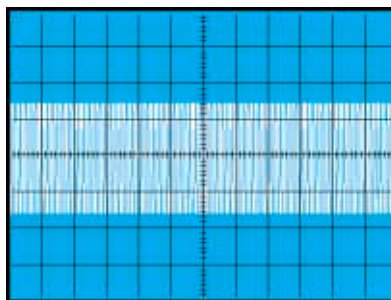



Fig.404 Se il trasmettitore viene modulato in FM, potete alimentare i transistor con la loro massima tensione di lavoro, perchè la modulazione farà variare la sola frequenza, ma non i volt sul Collettore del transistor.

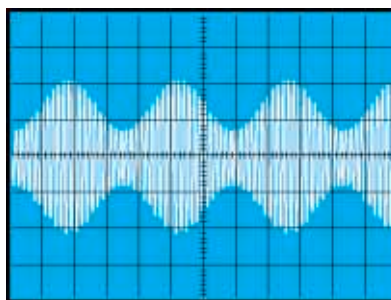



Fig.405 Se il trasmettitore viene modulato in AM, dovete alimentare il transistor finale con una tensione che risulti pari alla METÀ della sua tensione massima di lavoro, perchè la modulazione farà aumentare i volt sul Collettore.

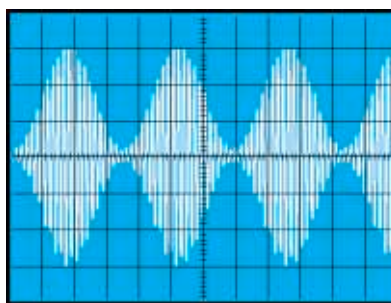



Fig.406 Quando un transistor finale viene modulato in AM, la tensione del segnale BF si somma a quella già presente sul Collettore, quindi se il transistor viene alimentato con 15 volt, sul suo Collettore giungeranno 30 volt.

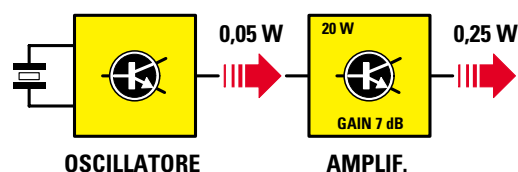



Fig.407 Applicando una potenza di 0,05 watt sull'ingresso di un transistor da 20 watt che ha un guadagno di 7 dB, dall'uscita preleverete 0,25 watt.

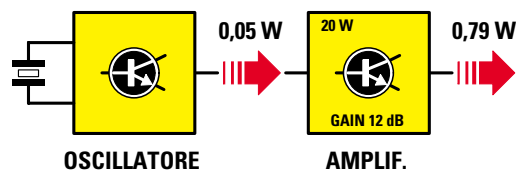



Fig.408 Applicando una potenza di 0,05 watt sull'ingresso di un transistor da 20 watt che ha un guadagno di 12 dB, dall'uscita preleverete 0,79 watt.

per conoscere quale **differenza** esiste tra essi, è sufficiente consultare la **Tabella N.22** dei **dB** ed individuare nella **2°** colonna il **numero** per il quale è necessario **moltiplicare** la **potenza** applicata sulle loro **B**asi:

TABELLA N.22

Gain Power	Fattore di moltiplicazione
6 dB	3,98
7 dB	5,00
8 dB	6,31
9 dB	7,94
10 dB	10,00
11 dB	12,59
12 dB	15,87
13 dB	19,92
14 dB	25,12
15 dB	31,62

Se colleghiamo il transistor da **20 watt** che ha un **guadagno** di **7 dB** all'uscita di uno **stadio oscillatore** che eroga **0,05 watt** (vedi fig.407), dal suo **C**ollettore preleveremo una **potenza** massima di:

0,05 x 5,00 = 0,25 watt

Se all'uscita dello **stadio oscillatore** colleghiamo il transistor da **20 watt** che ha un **guadagno** di **12 dB** (vedi fig.408), dal suo **C**ollettore preleveremo una **potenza** massima di:

0,05 x 15,87 = 0,79 watt

cioè una potenza **tripla** rispetto a quella fornita dal transistor con un **guadagno** di soli **7 dB**.

Il **guadagno** in **dB** ci permette di conoscere anche quanti **watt** dovremo applicare alla **B**ase del transistor per ottenere in uscita la **max potenza**.

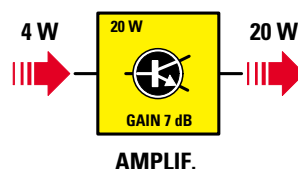



Fig.409 Per prelevare la massima potenza dall'uscita di un transistor da 20 watt che ha un guadagno di soli 7 dB, dovete applicare sul suo ingresso una potenza di 4 watt.

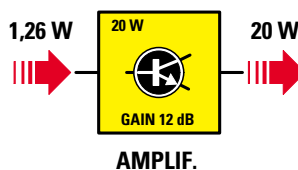



Fig.410 Per prelevare la massima potenza dall'uscita di un transistor da 20 watt che ha un guadagno di 12 dB, dovete applicare sul suo ingresso una potenza di soli 1,26 watt.

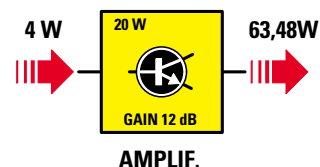



Fig.411 Se sull'ingresso di un transistor da 20 watt che guadagna 12 dB, applicate 4 watt, in teoria dovreste ottenere 63,48 watt, ma poichè il transistor può dissipare un massimo di 20 watt, si brucerà all'istante.

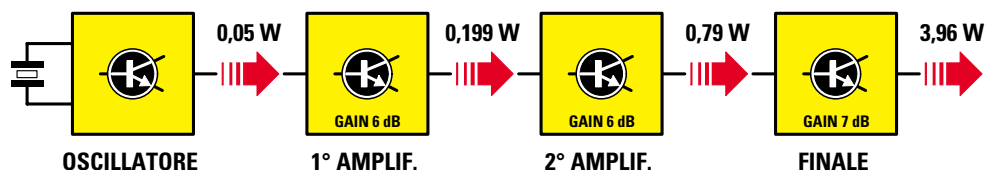



Fig.412 Conoscendo il guadagno in dB di uno stadio amplificatore, potete calcolare quanti watt riuscirete a prelevare dalla sua uscita. Se lo stadio oscillatore eroga 0,05 watt e il primo stadio guadagna 6 dB, dalla sua uscita preleverete 0,199 watt, se il secondo stadio guadagna sempre 6 dB, dalla sua uscita preleverete 0,79 watt e se l'ultimo stadio guadagna 7 dB, dalla sua uscita preleverete 3,96 watt.

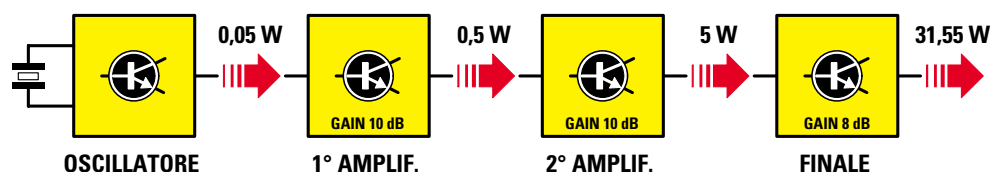



Fig.413 Utilizzando dei transistor con un guadagno maggiore, in uscita otterrete una potenza maggiore. Se il primo stadio, anzichè guadagnare 6 dB ne guadagna 10, dalla sua uscita preleverete 0,5 watt, se il secondo stadio guadagna nuovamente 10 dB, dalla sua uscita preleverete 5 watt e se l'ultimo stadio guadagna solo 8 dB, dalla sua uscita preleverete ben 31,55 watt (vedi Tabella N.22).

Nel caso del transistor da **20 watt** che ha un **guadagno** di **7 dB** (vedi fig.409), per ottenere in uscita questa **potenza** dovremo applicare sulla sua **Base** un segnale di: **20 : 5,00 = 4 watt**

Nel caso del transistor da **20 watt** che ha un **guadagno** di **12 dB** (vedi fig.410), per ottenere in uscita questa **potenza** dovremo applicare sulla sua **Base** un segnale di: **20 : 15,87 = 1,26 watt**

Come avrete notato, maggiore è il **guadagno** in **dB** di un transistor, **minore** è la potenza da applicare sulla sua **B**ase per ottenere in uscita la **massima** potenza. Se sulla **B**ase del transistor che ha un **guadagno** di **7 dB** applichiamo un segnale di **1,26 watt**, dal suo **C**ollettore preleveremo una potenza di: **1,26 x 5,00 = 6,3 watt**

Se sulla **B**ase del transistor con **guadagno** di **12 dB** applichiamo un segnale di **4 watt**, in teoria dovremmo prelevare: **4 x 15,87 = 63,48 watt** (vedi fig.411).

Poichè sappiamo che il transistor prescelto non è in grado di erogare più di **20 watt**, se applichiamo sulla sua **B**ase questo **eccesso** di potenza, lo metteremo subito **fuori uso**.

Infatti, se paragoniamo un **transistor** ad una **lampadina** e la **potenza** di pilotaggio alla **tensione** che occorre applicare sul suo **filamento**, è intuitivo dedurre che se alimentiamo una lampadina da **12 volt** con una tensione **maggiore**, questa non potrà resistere per molto tempo, quindi si **brucerà**.

GLI ULTIMI CONSIGLI

Sull'estremità dell'**impedenza** o della **bobina** che fa capo al **C**ollettore di un transistor (vedi fig.414) sono sempre presenti più **condensatori** collegati verso **massa**.

Le estremità di questi condensatori **non** vanno mai collegate ad una **massa qualsiasi** del circuito stampato, ma sempre alla pista di **massa** alla quale è collegato l'**E**mettitore del transistor amplificatore (vedi fig.415).
Infatti, collegando uno di questi condensatori ad una qualsiasi pista di **massa**, tutti i **residui RF** potrebbero giungere sulle **B**asi o sui **C**ollettori degli altri transistor amplificatori, generando dei **battimenti** o delle **autoscillazioni**.

Come avrete intuito, questi condensatori servono

per **scaricare** a **massa** qualsiasi **residuo RF** risulti presente dopo l'impedenza o la bobina.

Come noterete, anzichè utilizzare un solo condensatore per **scaricare** a massa questi **residui RF**, si utilizzano sempre due o tre condensatori di diversa capacità collegati in **parallelo**, ad esempio **100.000 - 1.000 - 100 pF** (vedi fig.414), e probabilmente a questo proposito qualcuno si chiederà il motivo di questi **paralleli**.

Nella **Lezione N.9**, dove abbiamo parlato della **reattanza** dei condensatori, vi abbiamo spiegato che la loro **XC** espressa in **ohm** varia al variare della **capacità** e anche della **frequenza** di lavoro come conferma la formula:

XC ohm = [159.000 : (MHz x pF)]

Quindi nel caso i tre condensatori, uno da **100 pF**, uno da **1.000 pF** ed uno da **100.000 pF**, utilizzati per scaricare a **massa** tutte le **frequenze residue**, questi si comportano come se fossero delle **resistenze** con i seguenti valori **ohmici**:

100 pF = XC pari a **53 ohm**
1.000 pF = XC pari a **5,3 ohm**
100.000 pF = XC pari a **0,053 ohm**

Di primo acchito si potrebbe pensare che già il solo condensatore da **100.000 pF**, che ha una irrisoria **XC** di **0,053 ohm**, sia più che sufficiente per scaricare a **massa** qualsiasi **residuo RF**.

Forse pochi sanno che in un condensatore esiste la **ESR** (**E**quivalente **S**erie **R**esistenza), che si può considerare una **resistenza teorica** posta in serie alla sua **capacità** (vedi fig.417).

Purtroppo, questo valore **ohmico ESR** aumenta con l'**aumentare** della **capacità** come qui sotto riportato:

100 pF = ESR pari a **0,053 ohm**
1.000 pF = ESR pari a **5,3 ohm**
100.000 pF = ESR pari a **53 ohm**

Nota: i valori **ohmici ESR** riportati sono **teorici** e servono solo per dimostrarvi che un condensatore di **elevata capacità** ha un **ESR maggiore** rispetto ad un condensatore di capacità **minore**.

Quindi un condensatore da **100.000 pF** che ha una **ESR** di **53 ohm**, offre una resistenza **maggiore** alla **RF** rispetto ad un condensatore da **100 pF**, che ha una **ESR** di soli **0,053 ohm**.

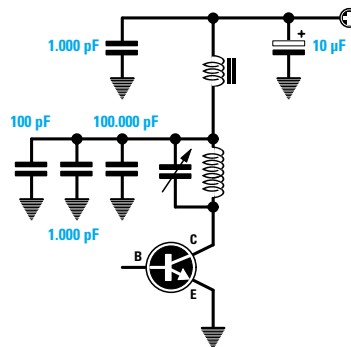



Fig.414 Sull'estremità della bobina di accordo di uno stadio amplificatore, troverete sempre più condensatori di diversa capacità, tutti collegati a massa.

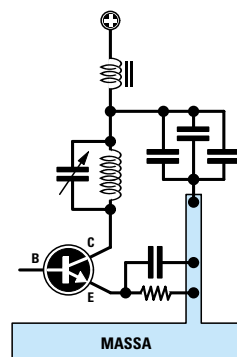



Fig.415 Le estremità di questi condensatori vanno sempre collegate alla stessa pista di massa che va ad alimentare l'Emettitore del transistor.

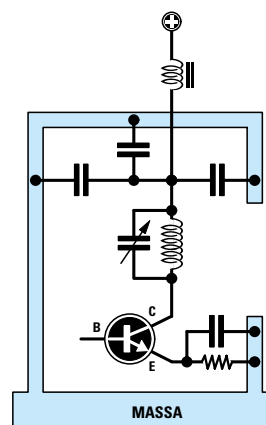



Fig.416 Collegando questi condensatori a piste di massa molto lontane da quelle che alimentano l'Emettitore, il transistor può facilmente autoscillare.

Collegando in **parallelo** due o più condensatori di diversa capacità, ogni **residuo RF** che non venga **scaricato** a **massa** dal condensatore di **maggiore capacità** per la sua elevata **ESR**, verrà scaricato dal condensatore di **minore capacità** perchè minore risulterà la sua **ESR**.

Tutti i condensatori da utilizzare per **scaricare** a massa ogni **residuo RF**, devono avere una tensione di lavoro **non** minore di **100 volt**.

Usando dei condensatori con tensioni **minori**, questi si **surriscalderanno** generando delle **perdite** di potenza.

Per concludere aggiungiamo che il transistor **finale** di potenza **non** deve mai funzionare senza **carico**, quindi alla sua uscita dovrà sempre risultare collegata una **sonda** di **carico** da **50-75 ohm** o un **cavo coassiale** che porti il segnale RF verso l'**antenna trasmittente**.

Se sull'uscita del transistor **finale non** è presente nessun **carico**, questo potrebbe **autodistruggersi** dopo **pochi** secondi di funzionamento.

Per dimostrarvi che l'**alta frequenza** non è poi così difficile come inizialmente supponevate, vi faremo montare un piccolo trasmettitore sui **27 MHz**, cioè sulla gamma **CB** e vedrete che riuscirete a farlo funzionare senza incontrare nessuna difficoltà.

Fig.417 Ricordatevi che ogni condensatore ha una sua resistenza teorica, ESR, che varia al variare della frequenza di lavoro.

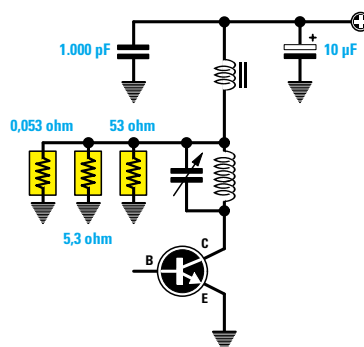
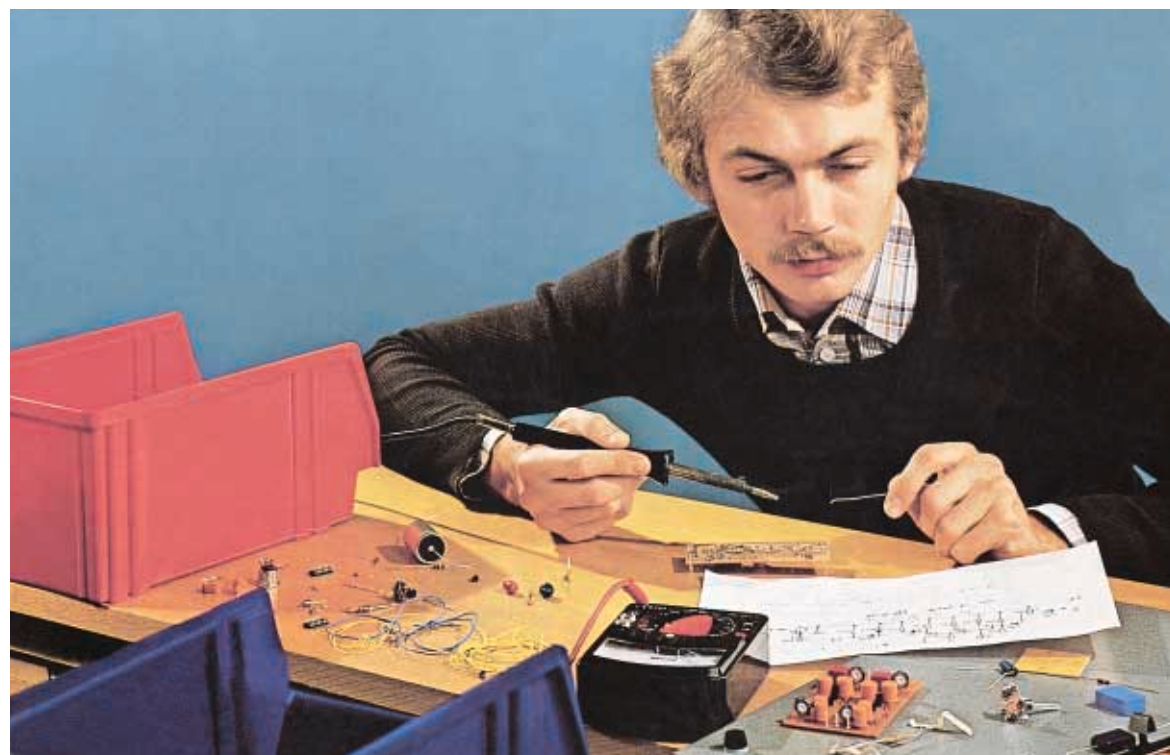



Fig.418 Collegando in parallelo più condensatori di diversa capacità, si riduce il valore totale di questa ESR.

TRASMETTITORE sui 27 MHz modulato in AM

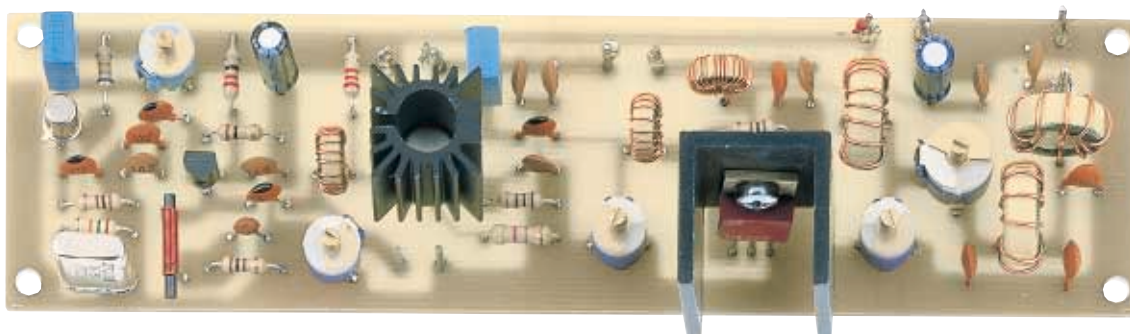



Fig.419 Poichè la sola teoria non è sufficiente a comprendere come si comporta uno stadio amplificatore RF, vi spiegheremo come montare un piccolo trasmettitore in gamma 27 MHz ed anche come tararlo per ottenere in uscita la sua massima potenza.

Questo trasmettitore, progettato per la gamma dei **27 MHz**, potrà esservi utile per collegarvi con eventuali **CB** presenti nel vostro circondario.

Se ancora non avete un **ricevitore** per la gamma **CB**, sappiate che nella prossima Lezione vi presenteremo un semplice **convertitore** che, collegato alla presa **antenna** di una qualsiasi supereterodina per **onde medie**, vi consentirà di captare tutti i **CB** che trasmettono entro un raggio di **30 Km**.

SCHEMA ELETTRICO

Lo schema elettrico di questo trasmettitore, completo del relativo elenco componenti, appare riprodotto in fig.421.
Iniziamo a descriverlo dallo **stadio oscillatore** composto dal transistor **TR1** e dal fet **FT1**, che, come noterete, è identico agli schemi riportati nelle figg.337-344 della **Lezione N.25**.

In questo **stadio oscillatore** manca il **trimmer R1**, che negli schemi della Lezione N.25 utilizzavamo solo per tarare l'assorbimento di **TR1** sui **10 mA**.

Questo trimmer è stato sostituito con una resistenza fissa da **68.000 ohm** (vedi **R1**), perchè questo valore ci permette di far assorbire al transistor **TR1** i richiesti **10 mA**.

Il segnale **RF** presente sul terminale **S**ource del fet **FT1**, viene applicato sulla **B**ase del transistor amplificatore **TR2** per mezzo del **filtro C7-C9-L1** che, come avrete intuito, serve per **adattare** l'impedenza d'uscita del fet all'impedenza di **B**ase del transistor **TR2**.

Rispetto al filtro riprodotto in fig.393, noterete che il **primo** compensatore è stato sostituito con un condensatore fisso da **56 pF** (vedi **C7**), perchè in fase di collaudo abbiamo appurato che con questa **capacità** si riesce ad adattare in modo perfetto l'impedenza del fet a quella del transistor.

È invece presente il **secondo** compensatore **C9**, che ci serve per correggere le eventuali **tolleranze** della bobina **L1**.

Guardando lo schema **pratico** di montaggio di

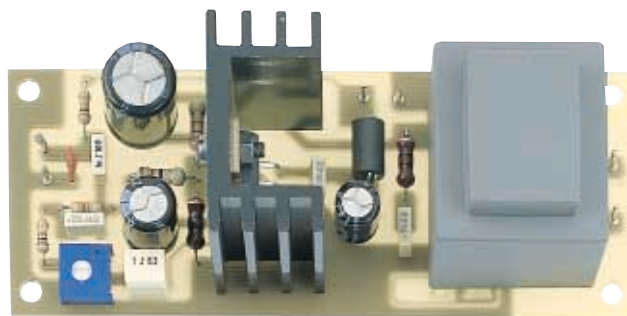



Fig.420 Il trasmettitore riprodotto in fig.419 irradia solo un segnale RF, quindi se volete inviare a distanza la vostra voce o della musica dovete completarlo con questo stadio modulatore.
Nel testo vi spieghiamo come realizzarlo e come collegarlo al trasmettitore per poterlo modulare in AM.

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

fig.429, noterete che la bobina **L1** anzichè essere avvolta in **aria**, è avvolta sopra un piccolo nucleo **toroidale** in ferrite.

Per sostituire la bobina avvolta in **aria** con una avvolta su un nucleo **toroidale**, ne abbiamo inizialmente inserito una costituita da **20 spire** avvolta in **aria**, poi, in fase di collaudo, abbiamo iniziato a **togliere** delle spire fino a quando non siamo riusciti ad adattare perfettamente l'**impedenza** del fet a quella del transistor.
Ottenuta questa condizione, abbiamo tolto la bobina avvolta in **aria** e con un preciso **impedenzimetro** abbiamo misurato il suo esatto valore in **microhenry**.

Dopodichè abbiamo avvolto su un **nucleo toroidale** idoneo un certo numero di spire, in modo da ottenere lo stesso valore in **microhenry**.
Proseguiamo nella nostra descrizione dicendo che il transistor **TR2**, scelto come **primo** stadio amplificatore, è un **NPN** tipo **2N4427** che presenta le seguenti caratteristiche:

tensione alimentazione	**= 20 volt**
max corrente Collettore	**= 400 mA**
massima potenza RF	**= 1 watt**
frequenza taglio	**= 200 MHz**
guadagno in potenza	**= 11 dB circa**

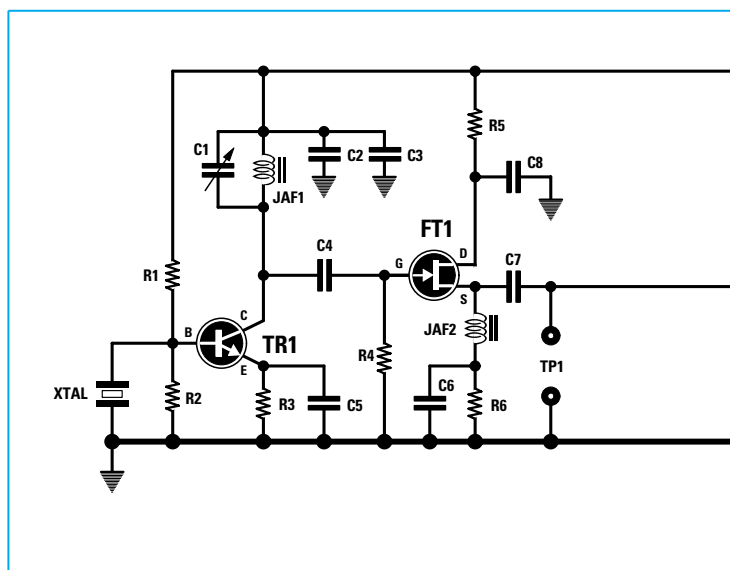
Sapendo che lo **stadio oscillatore** fornisce in uscita una **potenza** di circa **0,05 watt**, utilizzando un transistor che ha un **guadagno** di **11 dB** riusciremo a prelevare dal suo Collettore una **potenza** di circa:

0,05 x 12,59 = 0,629 watt

Infatti, come appare evidenziato nella **Tabella N.22**, utilizzando un transistor che **guadagna 11 dB**, la potenza applicata sulla sua **B**ase va moltiplicata per **12,59**.

Per **aumentare** questa potenza di **0,629 watt** è necessario amplificarla con un secondo transistor e, a tale scopo, abbiamo utilizzato un **NPN** tipo **D44C8** che presenta le seguenti caratteristiche:

tensione alimentazione	**= 60 volt**
max corrente Collettore	**= 4 amper**
massima potenza RF	**= 20 watt**
frequenza taglio	**= 35 MHz**
guadagno in potenza	**= 9 dB** circa

Per adattare l'**impedenza** di **C**ollettore del transistor **TR2** all'**impedenza** di **B**ase del transistor **TR3**, abbiamo utilizzato un secondo **filtro adattatore** composto da **C14-C15-L2**.

Anche in questo **filtro** il **primo** compensatore è stato sostituito dal condensatore **C14** da **10 pF**, perchè in fase di collaudo abbiamo constatato che per adattare l'impedenza di **C**ollettore del transistor **TR2** alla **B**ase del transistor **TR3** bisogna inserire questa esatta capacità.

Il **secondo** compensatore **C15** serve per correggere le eventuali **tolleranze** della bobina **L2**.

Con un **guadagno** di circa **9 dB**, la potenza applicata sulla **B**ase deve essere moltiplicata per **7,94** (vedi **Tabella N.22**), quindi dal **C**ollettore riusciremo a prelevare una **potenza** di circa:

0,629 x 7,94 = 4,99 watt

Questi **4,99 watt** sono **teorici** perchè, considerando che il **rendimento** di un transistor non riesce mai a superare l'**80%**, la reale potenza **RF** che otterremo si aggirerà intorno ai:

4,99 x 0,8 = 3,99 watt

Per trasferire l'alta frequenza dal **C**ollettore di **TR3**, che presenta un'impedenza di circa **3 ohm**, al valore d'impedenza del **cavo coassiale** che in seguito utilizzeremo per trasferire il segnale verso il **dipolo** trasmittente, è necessario utilizzare il **filtro** riportato in fig.394, cioè collegare verso il **C**ollettore la **bobina L4** e prelevare il segnale **RF** dal **compensatore C19**.

Osservando lo schema elettrico si può notare che il segnale **RF** presente sull'ultimo **compensatore C19**, anzichè giungere direttamente sulla presa **antenna**, passa attraverso due **filtri passa-basso**, il

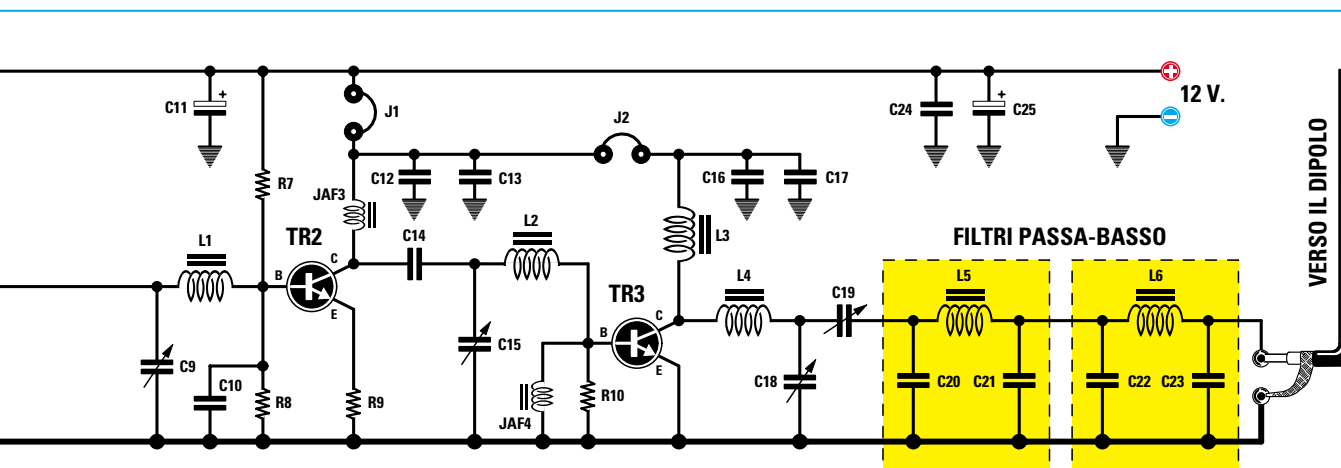
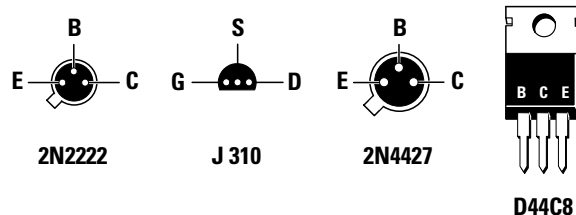



Fig.421 Schema elettrico completo del trasmettitore per la gamma dei 27 MHz in grado di erogare una potenza RF di circa 3 watt.

ELENCO COMPONENTI LX.5040

R1 = 68.000 ohm
R2 = 15.000 ohm
R3 = 100 ohm
R4 = 100.000 ohm
R5 = 22 ohm
R6 = 100 ohm
R7 = 2.200 ohm
R8 = 150 ohm
R9 = 4,7 ohm
R10 = 100 ohm
C1 = 2-15 pF compensatore (celeste)
C2 = 100 pF ceramico
C3 = 10.000 pF ceramico
C4 = 22 pF ceramico
C5 = 47 pF ceramico
C6 = 1.000 pF ceramico
C7 = 56 pF ceramico
C8 = 10.000 pF ceramico
C9 = 3-40 pF compensatore (viola)
C10 = 100 pF ceramico
C11 = 10 microF. elettrolitico
C12 = 100 pF ceramico
C13 = 10.000 pF ceramico
C14 = 10 pF ceramico
C15 = 3-40 pF compensatore (viola)
C16 = 100 pF ceramico
C17 = 10.000 pF ceramico
C18 = 3-40 pF compensatore (viola)
C19 = 7-105 pF compensatore (viola)
C20 = 100 pF ceramico
C21 = 100 pF ceramico
C22 = 100 pF ceramico
C23 = 100 pF ceramico
C24 = 10.000 pF ceramico
C25 = 10 microF. elettrolitico
JAF1 = impedenza 1 microhenry
JAF2 = impedenza in ferrite
JAF3 = impedenza 1 microhenry
JAF4 = impedenza in ferrite
L1-L6 = leggere articolo
XTAL = quarzo 27,125 o 27,095 MHz
FT1 = fet tipo J310
TR1 = NPN tipo 2N.2222
TR2 = NPN tipo 2N.4427
TR3 = NPN tipo D.44C8
J1 = ponticello
J2 = ponticello

Fig.422 Le connessioni del fet e dei transistor utilizzati nel trasmettitore viste da sotto, cioè dal lato in cui i tre terminali fuoriescono dal corpo.

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

primo composto da **C20-L5-C21** ed il secondo composto da **C22-L6-C23**.

Questo doppio **filtro passa-basso** serve per **attenuare** tutte le **frequenze armoniche** presenti sul **C**ollettore del transistor **TR3**.

Infatti non bisogna dimenticare che anche se la nostra frequenza **fondamentale** è di **27 MHz**, sul **C**ollettore del transistor **TR3** risulteranno sempre presenti delle **frequenze armoniche** che sono dei **multipli** di **27 MHz** (vedi fig.423):

27 x 2 = 54 MHz
27 x 3 = 81 MHz
27 x 4 = 108 MHz

Anche se queste frequenze **armoniche** hanno una **potenza minore** rispetto alla frequenza **fondamentale**, bisogna sempre evitare che giungano sull'antenna trasmittente perchè, se venissero irradiate, creerebbero delle **interferenze** in tutti i ricevitori presenti nelle vicinanze.

Applicando sull'uscita del trasmettitore un doppio **filtro passa-basso**, questo lascerà passare la **sola** frequenza fondamentale dei **27 MHz**, ma **non** le sue **armoniche** (vedi fig.424).

Questo **doppio filtro** provvede ad **attenuare** tutte le **armoniche** di **36 dB**.

Se questa misura in **dB** è per voi ancora sconosciuta, vi consigliamo di consultare il nostro volume **Nuova Elettronica Handbook** e a pag.64 scoprirete che **36 dB** equivalgono ad una **attenuazione** in **potenza** di ben **3.981 volte**.

Ammesso che dal **C**ollettore di **TR3** fuoriescano queste frequenze **armoniche**:

54 MHz = con una **potenza** di **1,2 watt**
81 MHz = con una **potenza** di **0,4 watt**
108 MHz = con una **potenza** di **0,1 watt**

questo **filtro passa-basso** provvederà ad **attenuarle** di ben **3.981 volte**, quindi la **prima** armonica dei **54 MHz** non giungerà più sull'antenna con **1,2 watt**, ma con soli:

1,2 : 3.981 = 0,0003 watt

che è una potenza veramente **irrisoria**.

COME si CALCOLA un filtro PASSA-BASSO

Per calcolare un **filtro passa-basso** (vedi fig.425) la prima operazione da compiere consiste nel fissare la sua **frequenza** di **taglio**.

La **frequenza** di **taglio** va sempre calcolata su una frequenza **maggiore** rispetto alla sua **fondamentale** e su una frequenza **minore** rispetto a quella della sua **prima** armonica.

Quindi, per un trasmettitore che lavora sui **27 MHz** dovremo scegliere una **frequenza** di **taglio** che sia maggiore di **27 MHz** e minore di **54 MHz**.

La formula da utilizzare per determinare la **frequenza** di **taglio** è la seguente:

Freq. taglio = MHz fondamentale x 1,2

Poichè il nostro trasmettitore lavora sulla gamma

Fig.423 Poichè dall'uscita di un qualsiasi trasmettitore fuoriescono, oltre alla frequenza fondamentale, anche tutte le sue armoniche, se non provvederete ad attenuarle, queste verranno irradiate, generando soltanto inutili interferenze.

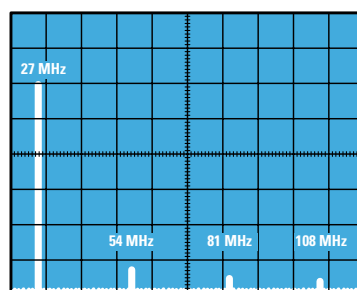



Fig.424 Applicando tra l'uscita del trasmettitore e l'antenna un doppio filtro Passa/Basso (vedi fig.425), riuscirete ad attenuare tutte le frequenze armoniche ma non la fondamentale, come appare illustrato in questa figura.

dei **27 MHz**, la **frequenza** di **taglio** di questo **filtro** andrà prefissata sui:

27 x 1,2 = 32,4 MHz circa

Se avessimo realizzato un trasmettitore sulla gamma **88-108 MHz**, avremmo dovuto prefissare la **frequenza** di **taglio** del **filtro** sui:

108 x 1,2 = 129,6 MHz circa

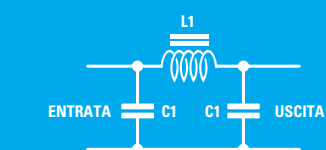
Conoscendo la frequenza di **taglio**, potremo calcolare il valore della **bobina** e dei **condensatori** utilizzando le seguenti formule:

bobina in microhenry = 15,9 : MHz
condensatori in pF = 3.180 : MHz

Poichè per la gamma dei **27 MHz** abbiamo scelto una **frequenza** di **taglio** di **32,4 MHz**, la bobina dovrà avere un valore di:

15,9 : 32,4 = 0,49 microhenry

mentre i due condensatori dovranno avere una capacità di:

3.180 : 32,4 = 98 picofarad

Precisiamo che la frequenza di taglio **non** è critica, quindi anche se utilizziamo una bobina con una induttanza di **0,5 microhenry** e due condensatori da **100 pF**, il filtro provvederà sempre ad attenuare tutte le sue armoniche.
Per conoscere la frequenza di taglio che si ottiene con **0,5 microhenry** e **100 pF**, potremmo utilizzare la formula seguente:

FT in MHz = 318 : √[microH x (pF x 2)]

Pertanto, questo **filtro** inizierà ad **attenuare** tutte le frequenze che risultano **maggiori** di:

318 : √[0,5 x (100 x 2)] = 31,8 MHz

Quindi la frequenza **fondamentale** dei **27 MHz** giungerà sull'antenna senza **nessuna attenuazione**, mentre la prima **armonica** dei **54 MHz** giungerà sull'antenna **notevolmente attenuata**.
Un **filtro passa-basso** composto da una sola **bobina** e da due **condensatori** (vedi **C20-L5-C21**) provvede ad **attenuare** tutte le **armoniche** di soli **18 dB**, pari ad una **riduzione** in potenza di **63,10 volte**, ma poichè ne abbiamo collegati **2** in **serie** otterremo una **riduzione** in potenza di ben:

63,10 x 63,10 = 3.981,6 volte

che corrispondono ad una **attenuazione** di **36 dB**.

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

Facciamo presente che nello schema elettrico di un qualsiasi trasmettitore, sono sempre indicati il numero di **spire** delle **bobine** ed i valori di **capacità** da utilizzare per questo filtro.

STADIO di MODULAZIONE

Il trasmettitore riprodotto in fig.421 irradia il **solo** segnale **RF**, quindi se vogliamo inviare a distanza la nostra voce, oppure della musica, dovremo **modulare** questo segnale **RF** con un segnale di **BF**.

Per **modulare** in **ampiezza**, vale dire in **AM**, un segnale **RF** occorre un **amplificatore BF** in grado di erogare una **potenza** in **watt** leggermente **minore** rispetto ai **watt RF** generati dallo stadio **finale** del trasmettitore.

Quando dal secondario del trasformatore **T1** fuoriesce la **semionda positiva** del segnale **BF**, questa fa **aumentare** la tensione sul **C**ollettore del transistor **pilota** e del transistor **finale**.
Quando dal secondario del trasformatore **T1** fuoriesce la **semionda negativa** del segnale **BF**, questa fa **diminuire** la tensione sul **C**ollettore del transistor **pilota** e del transistor **finale**.
Variando la tensione sul **C**ollettore del transistor finale **RF**, questo fornirà in uscita un segnale **modulato** in **ampiezza** come visibile in fig.406.

Per realizzare lo stadio modulatore abbiamo utilizzato un integrato **TDA.2002** perchè, come potete vedere in fig.427, al suo interno è presente uno stadio amplificatore **BF** completo, composto da ben **24 transistor** in grado di erogare in uscita una potenza di circa **2 watt**.
Il segnale **BF** prelevato dal microfono giunge sul trimmer **R4**, il cui cursore risulta collegato al piedino d'ingresso **1** del **TDA.2002**.

Questo trimmer ci permette di dosare la **percentuale** di **modulazione**.
Ruotandolo verso il suo **minimo**, il segnale **RF** viene modulato con una percentuale che si aggira intorno al **20%** circa (vedi fig.405).
Ruotandolo verso il suo **massimo**, il segnale **RF** viene modulato con una percentuale che si aggira intorno al **90%** (vedi fig.406).
Ruotandolo sul suo **massimo**, il segnale **RF** viene **sovramodulato**, quindi in uscita si ottiene un segnale **distorto**.

Fig.426 Schema elettrico dello stadio amplificatore BF che utilizzerete per modulare in AM (modulazione d'ampiezza) il segnale RF del trasmettitore.

ELENCO COMPONENTI LX.5041

R1 = 10.000 ohm
R2 = 47.000 ohm
R3 = 100 ohm
R4 = 100.000 ohm trimmer
R5 = 22 ohm 1/2 watt
R6 = 2.200 ohm 1/2 watt
R7 = 10 ohm 1/2 watt
R8 = 10 ohm 1/2 watt
C1 = 100 pF ceramico
C2 = 1.000 pF poliestere
C3 = 220.000 pF poliestere
C4 = 1 microF. poliestere
C5 = 100.000 pF poliestere
C6 = 100 microF. elettrolitico
C7 = 470 microF. elettrolitico
C8 = 1.000 microF. elettrolitico
C9 = 100.000 pF poliestere
JAF1 = impedenza VK.200
IC1 = integrato TDA.2002
T1 = trasform. mod. TM.5041

Microf. = microfono preamplificato

Fig.427 Schema elettrico interno del TDA.2002 e connessioni dei suoi terminali.

Il segnale amplificato in **potenza** presente sul piedino d'uscita **4** del **TDA.2002**, anzichè essere applicato ad un normale **altoparlante** viene applicato sull'avvolgimento **primario** del trasformatore **T1** e poi prelevato dal suo **secondario** che lo invia sul **C**ollettore dei transistor **TR2-TR3**.

REALIZZAZIONE PRATICA TX

Prima di iniziare il montaggio consigliamo di avvolgere le bobine **L1-L2-L3-L4-L5-L6** sui nuclei **toroidali** di colore **giallo-grigio** che troverete nel kit. Assieme ai nuclei troverete anche due rocchetti di filo smaltato di rame da **0,30** e **0,50 mm**.

Bobine L1-L2 = sui due nuclei più **piccoli** del diametro di **8 mm**, avvolgete **17 spire** con filo di rame da **0,30 mm**.
Dal rocchetto di filo di rame smaltato da **0,30 mm** tagliate uno spezzone lungo **30 centimetri** e poi avvolgete sul **nucleo** le **17 spire** richieste.
Completato l'avvolgimento tagliate l'eccedenza del filo, **raschiatene** le estremità con un po' di carta vetrata per asportare lo **smalto isolante** e depositate sul **filo nudo** un leggero strato di stagno.

Bobina L3 = sempre su uno dei nuclei **piccoli** del diametro di **8 mm** avvolgete **27 spire** con filo di rame da **0,30 mm**.
Dal rocchetto di filo di rame smaltato da **0,30 mm** tagliate uno spezzone lungo **50 centimetri** e poi avvolgete sul nucleo le **27 spire** richieste.
Completato l'avvolgimento, tagliate l'eccedenza del filo, **raschiatene** le estremità con un po' di carta vetrata per togliere lo **smalto isolante** e depositate sul **filo nudo** un leggero strato di stagno.

Bobina L4 = sul nucleo di dimensioni maggiori, del diametro di circa **13 mm**, avvolgete **11 spire** con filo di rame da **0,50 mm**.
Dal rocchetto di filo di rame smaltato da **0,50 mm** tagliate uno spezzone lungo **30 centimetri** e poi avvolgete sul nucleo le **11 spire** richieste.
Completato l'avvolgimento tagliate l'eccedenza del filo, **raschiatene** le estremità con un po' di carta vetrata per togliere lo **smalto isolante** e depositate sul **filo nudo** un leggero strato di stagno.

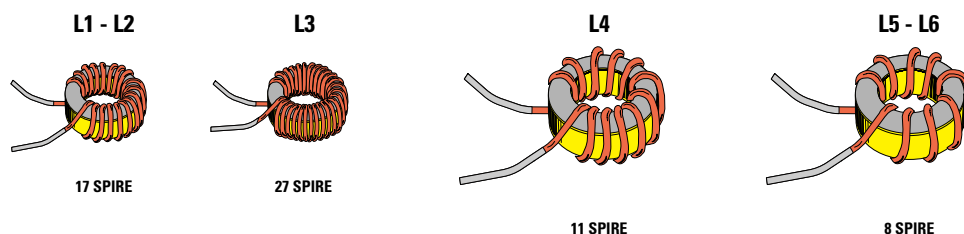



Fig.428 Prima di iniziare il montaggio del trasmettitore, consigliamo di avvolgere tutte le spire richieste sui nuclei toroidali che troverete inseriti nel kit. Cercate di non far cadere a terra questi nuclei perchè, risultando molto fragili, potrebbero spezzarsi.

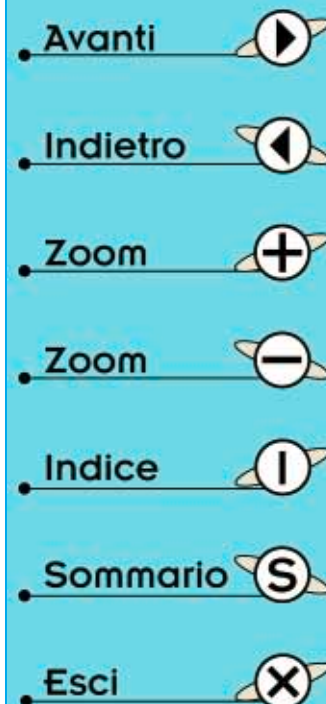
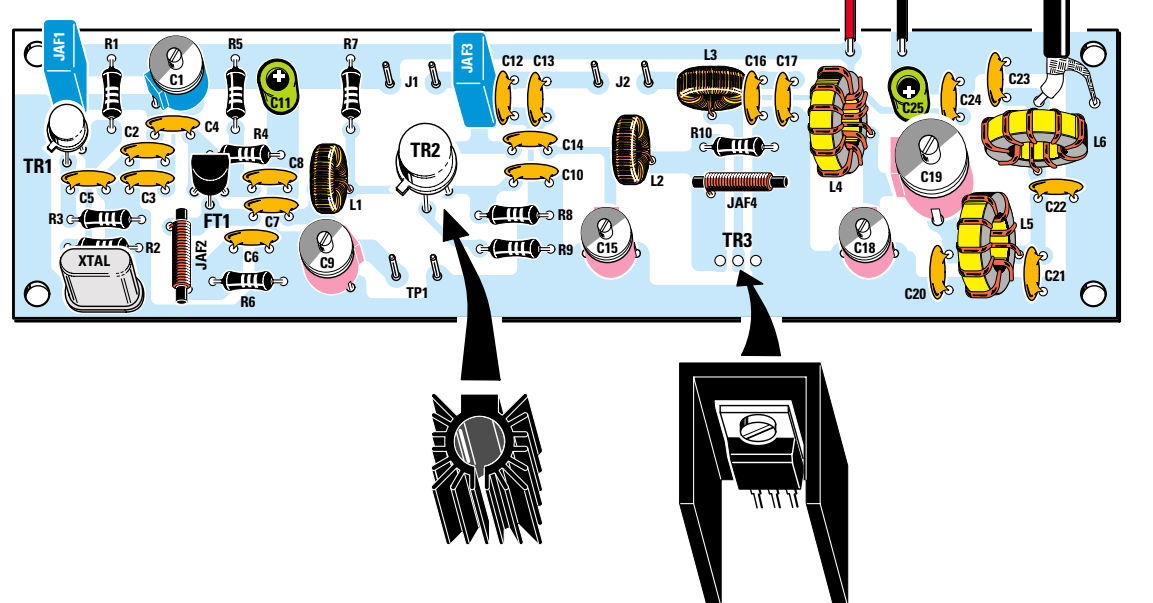



Fig.429 Schema pratico di montaggio dello stadio trasmittente. Come potete notare, questo montaggio non presenta nessuna difficoltà. Sul corpo del transistor TR2 andrà applicata l'aletta di raffreddamento a raggiera, mentre il corpo del transistor finale TR3 andrà fissato sull'aletta a forma di U con una vite e un dado.

Bobine L5-L6 = sui nuclei di dimensioni maggiori, del diametro di circa **13 mm**, avvolgete **8 spire** con filo di rame da **0,50 mm**.
Dal rocchetto di filo di rame smaltato da **0,50 mm** tagliate uno spezzone lungo **26 centimetri** e poi avvolgete sul nucleo le **8 spire** richieste.
Completato l'avvolgimento tagliate l'eccedenza del filo, **raschiatene** le estremità con un po' di carta vetrata per eliminare lo **smalto isolante** e depositate sul **filo nudo** un leggero strato di stagno.

Realizzate tutte le bobine, potete prendere il circuito stampato **LX.5040** ed iniziare a montare tutte le resistenze controllando il loro valore ohmico tramite il **codice** dei **colori**.

Dopo le resistenze potete montare i condensatori **ceramici** e a tal proposito, se ancora non siete in grado di decifrare le sigle stampigliate sul loro corpo, vi consigliamo di rileggere la **Lezione N.3**.

Proseguendo nel montaggio inserite vicino al transistor **TR1** l'impedenza **blu JAF1** e vicino al transistor **TR2** l'altra impedenza **blu JAF3**.

In prossimità del **quarzo** collocate la piccola impedenza in **ferrite** siglata **JAF2** e dietro l'aletta del transistor **TR3** la seconda impedenza sempre in **ferrite**, siglata **JAF4**.

Dopo questi componenti, potete montare i pochi condensatori elettrolitici, tenendo presente che il terminale **positivo** si riconosce perchè risulta **più lungo** rispetto il terminale negativo.

Potete ora inserire tutti i **compensatori** richiesti per la taratura.

Il compensatore piccolo, che ha il corpo di colore **celeste** ed una capacità massima di **15 pF**, va collocato nella posizione indicata **C1**.

I compensatori piccoli, che hanno il corpo di colore **viola** ed una capacità massima di **40 pF**, vanno inseriti nelle posizioni indicate **C9-C15-C18**.

Il compensatore più **grande** che ha il corpo di colore **viola** ed una capacità massima di **105 pF** va collocato nella posizione indicata **C19**.

Completata questa operazione, prendete le due bobine **toroidali** composte da **17 spire** ed inseritele nelle posizioni indicate **L1-L2**.

Collocate la terza bobina **toroidale**, composta da **27 spire**, dietro al transistor **TR3** (vedi **L3**).

La quarta bobina **toroidale L4**, avvolta sul nucleo di dimensioni maggiori e composta da **11 spire**, sulla sinistra del compensatore **C18**.

Le ultime due bobine **L5-L6**, composte da **8 spire**, vicino al compensatore **C19**.

Dopo aver controllato che i terminali di queste bobine risultino perfettamente saldati sulle piste sottostanti del circuito stampato, potete prendere il transistor metallico **TR1** ed inserirlo vicino alla **JAF1**, rivolgendo verso sinistra la sua piccola **sporgenza** di riferimento (vedi fig.429).

Tenete sollevato questo transistor circa **4-5 mm** dal circuito stampato**.**

Montate quindi il fet **FT1** rivolgendo la parte **piatta** del suo corpo verso il compensatore **C1**.
Anche il corpo di questo fet va tenuto sollevato dal circuito stampato di **4-5 mm**.

Il transistor di media potenza **2N4427** siglato **TR2** va inserito in prossimità della impedenza **JAF3**, rivolgendo la sua piccola **sporgenza** di riferimento verso il compensatore **C9** (vedi fig.429).
Come per l'altro transistor, anche questo va tenuto sollevato **4-5 mm** dal circuito stampato.

Per applicare sul corpo di questo transistor la sua aletta di raffreddamento, dovete inserire nella fessura di quest'ultima la lama di un cacciavite in modo da allargarla leggermente, poi infilare il corpo del transistor nell'aletta, quindi estrarre la lama del cacciavite: poichè l'aletta è elastica, si restringerà bloccando il corpo del transistor.

L'ultimo transistor di potenza **TR3** va fissato sulla sua piccola aletta di raffreddamento a forma di **U** e collocato nello spazio ad esso riservato, avendo cura di tenerlo sempre leggermente sollevato dal circuito stampato.

Per ultimo inserite il **quarzo** per i **27 MHz** e poichè nel kit ne troverete due con queste frequenze:

27,095 MHz
27,125 MHz

ne dovete utilizzare uno solo. Se desiderate trasmettere sui **27,095 MHz** inserite il primo quarzo, se desiderate trasmettere sui **27,125 MHz** inserite il secondo quarzo.

REALIZZAZIONE PRATICA MODULATORE

Sul circuito stampato **LX.5041** montate tutti i componenti richiesti disponendoli come visibile in fig.430.
Come primi componenti, inserite le resistenze ed il trimmer **R4**, poi i **5** condensatori poliestere e i **3** condensatori elettrolitici, rispettando la polarità **+/–** dei due terminali.
In prossimità della resistenza **R8** inserite la piccola impedenza in ferrite siglata **JAF1** e sulla sua de-

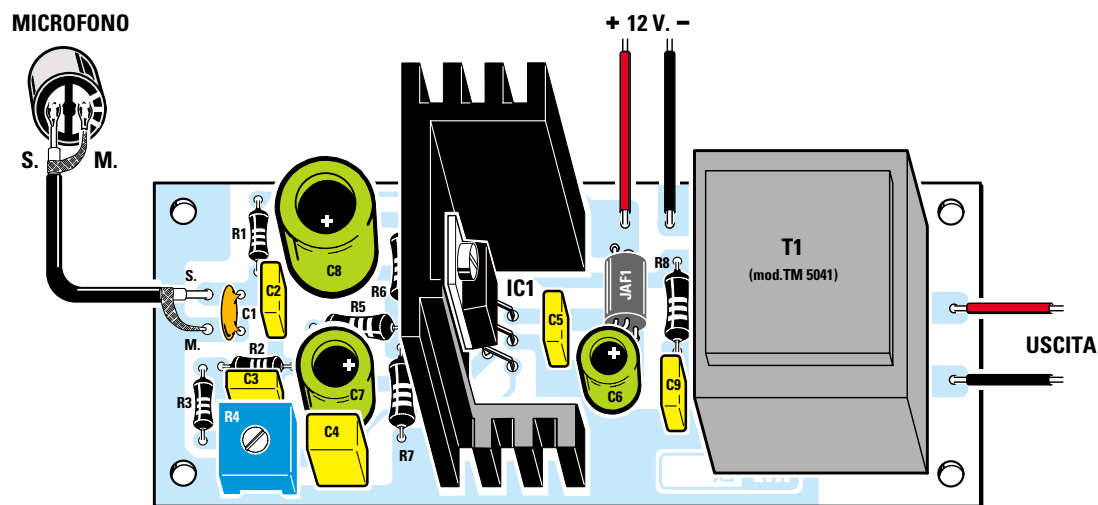



Fig.430 Schema pratico di montaggio dello stadio modulatore. Prima di collegare il microfono al cavetto schermato, vi consigliamo di guardare la fig.431. Il trimmer R4 serve per regolare la sensibilità del microfono (leggere testo).

Fig.431 Sul lato posteriore del piccolo microfono sono presenti due piccole piste in rame. La pista collegata al corpo metallico del microfono è quella di massa, mentre la seconda, che risulta isolata, è quella dalla quale dovete prelevare il segnale BF.

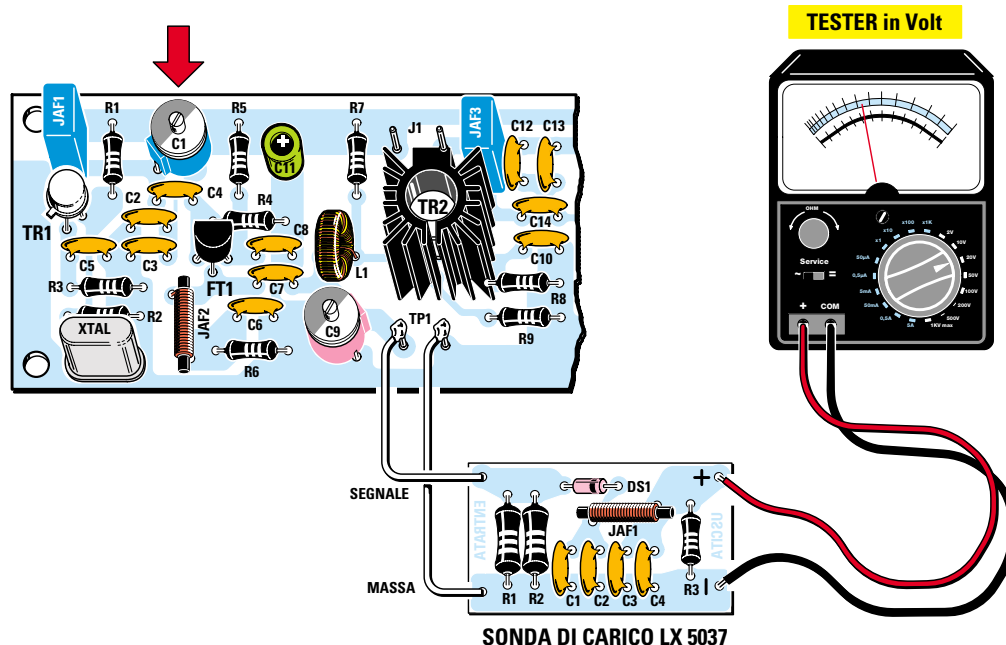



Fig.432 Per tarare il trasmettitore, la prima operazione da compiere è quella di riuscire a far oscillatore il quarzo. Dopo aver collegato la sonda di carico LX.5037 ai terminali TP1, ruotate il compensatore C1 fino a leggere sul tester una tensione di circa 3 volt.

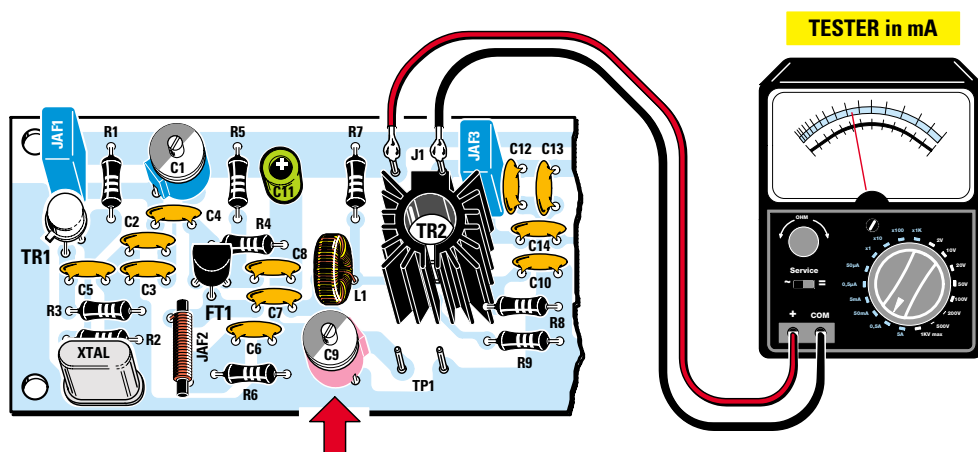



Fig.433 Tolta la sonda da TP1, collegate il tester commutato sulla portata 500 mA ai due terminali J1, poi ruotate il compensatore C9 fino a leggere una corrente di 120-130 mA. Questa taratura adatterà l'impedenza di FT1 a quella del transistor TR2.

stra inserite il trasformatore di modulazione **T1** che s'innesterà nello stampato solo se il **primario** risulta rivolto verso l'integrato **IC1** e il **secondario** verso i terminali d'**uscita**.

Prima di montare l'integrato **IC1** lo dovete fissare, con una vite completa di dado, sulla sua **aletta** di raffreddamento, dopodichè dovete inserire i suoi terminali nei fori del circuito stampato, saldandoli sulle sottostanti piste in rame.

Per collegare il microfono all'ingresso del modulatore dovete utilizzare uno spezzone di **cavo schermato** lungo circa **20-30 cm**, collegando la sua calza di **schermo** alla pista di **massa** (**M**) del microfono e il **filo centrale** alla pista **S**.

Come potete vedere in fig.431, la pista di **massa** è facilmente individuabile perchè è collegata con delle sottili piste alla **carcassa** metallica del microfono, mentre la pista **S**, dalla quale fuoriesce il segnale di **BF**, risulta isolata.
Se per **errore** collegherete la **calza** di schermo del cavetto schermato alla pista **S**, non riuscirete a prelevare dal microfono alcun segnale.

TARATURA del TRASMETTITORE

Completato il montaggio, se non **tarerete** tutti i **compensatori** presenti nel circuito **non** riuscirete a prelevare dalla sua uscita **nessuna potenza**.

La **taratura** è un'operazione molto semplice, che riuscirete a portare a termine in breve tempo seguendo tutte le istruzioni che ora vi forniamo.

Innanzitutto è necessario far oscillare il **quarzo** inserito nello stadio oscillatore e per ottenere questa condizione dovete ruotare il compensatore **C1** posto in parallelo alla bobina **JAF1**.

Dopo aver collegato la sonda di carico **LX.5037** ai due terminali **TP1** (vedi fig.432), ruotate lentamente il compensatore **C1** fino a leggere sul tester una tensione di circa **3 volt**.

Questa tensione corrisponderebbe in **teoria** ad una potenza di:

(3 x 3) : 100 = 0,09 watt

Questa potenza non è **reale**, perchè la **sonda** di **carico** somma alla potenza generata dalla frequenza **fondamentale** anche la potenza di tutte le **armoniche** generate dallo stadio oscillatore, quindi **sottraendo** la potenza delle armoniche possiamo considerare **reale** una potenza di soli **0,05 watt**.

Dopo aver fatto oscillare il **quarzo**, togliete la sonda di carico dai terminali **TP1** e collegate un **tester**, commutato sulla portata **500 mA CC**, ai due terminali **J1** (vedi fig.433).

Applicate i **12 volt** di alimentazione al trasmettitore, poi ruotate lentamente il compensatore **C9** che permette di **adattare** l'impedenza d'uscita del fet **FT1** all'impedenza di **B**ase del transistor **TR2**.

L'impedenza risulterà **adattata** quando riuscirete a far assorbire al transistor la sua **massima corrente**, che normalmente si aggira sui **120-130 mA**.

A questo punto ritoccate il compensatore **C1** dello stadio oscillatore per verificare se si riesce ad **aumentare**, anche di pochi **milliamper**, la corrente d'assorbimento del transistor **TR2**.

Completata questa **taratura**, togliete il tester dai terminali **J1**, poi **cortocircuitateli** con un corto spezzone di filo di rame nudo (vedi fig.437) per poter far giungere i **12 volt** di alimentazione sul **C**ollettore del transistor **TR2**.

Ora collegate il vostro **tester** commutato sulla portata **500 mA CC** ai terminali **J2**, quindi collegate alla presa d'**uscita antenna** una **sonda** di **carico** che abbia un'impedenza di **50** o **75 ohm** e una potenza di circa **6 watt**.

Se tarate l'uscita con la sonda di carico da **50 ohm**, per trasferire il segnale **RF** verso il **dipolo** trasmittente dovete utilizzare un **cavo coassiale** che abbia un'impedenza di **50-52 ohm**, cavo che potete acquistare solo nei negozi che vendono ricetrasmettitori per **CB**.

Se tarate l'uscita con la sonda di carico da **75 ohm**, per trasferire il segnale **RF** verso il **dipolo** trasmittente dovete utilizzare un **cavo coassiale** che abbia un'impedenza di **75 ohm**.

Poichè tutti i comuni cavi coassiali utilizzati per gli impianti d'antenna **TV** hanno un'impedenza di **75 ohm**, vi consigliamo di tarare l'uscita del trasmettitore con la sonda di carico da **75 ohm**, perchè potete facilmente reperire questo cavo presso un qualsiasi negozio per **TV**.

Detto questo, dovete ora adattare l'**impedenza** di **C**ollettore del transistor **TR2** all'**impedenza** di **B**ase del transistor **TR3** e, per farlo, ruotate il compensatore **C15** fino a far assorbire al transistor una corrente che normalmente si aggirerà intorno ai **340-360 mA**.

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

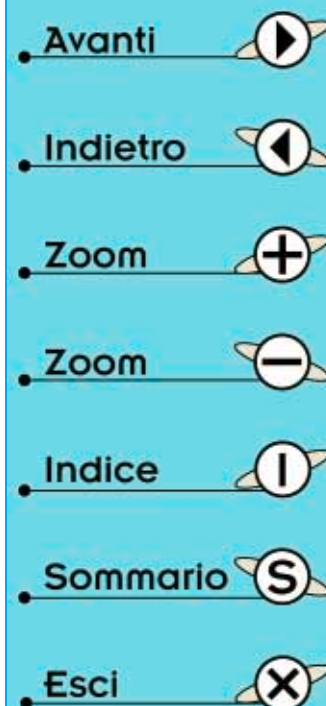
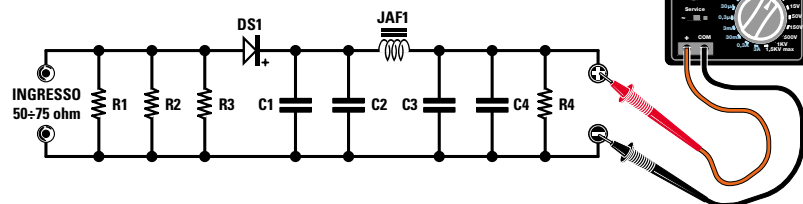



Fig.434 Per poter proseguire nella taratura, dovete realizzare una sonda di carico in grado di accettare sul suo ingresso una potenza di circa 6 watt. Variando il valore delle resistenze R1-R2-R3, potete realizzare questa sonda con una impedenza d'ingresso di 75 ohm oppure di 50 ohm.

ELENCO COMPONENTI LX.5042

Per sonda da 75 ohm

R1 = 220 ohm 2 watt
R2 = 220 ohm 2 watt
R3 = 220 ohm 2 watt
R4 = 68.000 ohm 1/4 watt
C1 = 10.000 pF ceramico
C2 = 1.000 pF ceramico
C3 = 10.000 pF ceramico
C4 = 1.000 pF ceramico
DS1 = diodo schottky HP.5711
JAF1 = impedenza in ferrite

Per sonda da 50 ohm

R1 = 150 ohm 2 watt
R2 = 150 ohm 2 watt
R3 = 150 ohm 2 watt
R4 = 68.000 ohm 1/4 watt
C1 = 10.000 pF ceramico
C2 = 1.000 pF ceramico
C3 = 10.000 pF ceramico
C4 = 1.000 pF ceramico
DS1 = diodo schottky HP.5711
JAF1 = impedenza in ferrite

Ottenuto questo assorbimento, togliete il tester dai terminali **J2** e poi cortocircuitateli con uno spezzone di filo di rame nudo per far sì che sul **C**olletto-re del transistor **TR3** giungano i **12 volt** di alimentazione.

Commutate quindi il tester sulla portata **20 - 25 volt CC** fondo scala e collegatelo alla **sonda** di carico **LX.5042** come visibile in fig.438.

Dopodichè ruotate lentamente i due compensatori **C18-C19** fino a leggere sul tester la massima tensione.
Se sull'uscita avete applicato la **sonda** di **carico** da **50 ohm** riuscirete a rilevare una tensione massima di circa **17-18 volt**.

Se sull'uscita avete applicato la **sonda** di **carico** da **75 ohm** riuscirete a rilevare una tensione massima di circa **21-22 volt**.

Ottenuta questa condizione, provate a **ritoccare** leggermente i compensatori **C9-C15** per vedere se aumenta la tensione d'uscita.

Ammesso che con la sonda di carico da **75 ohm**

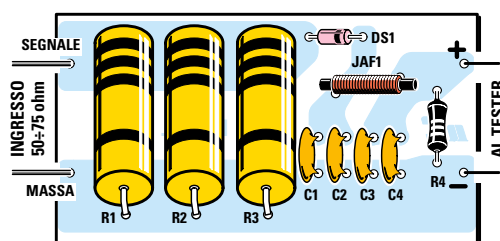



Fig.435 Schema pratico di montaggio della sonda LX.5042 da 6 watt.

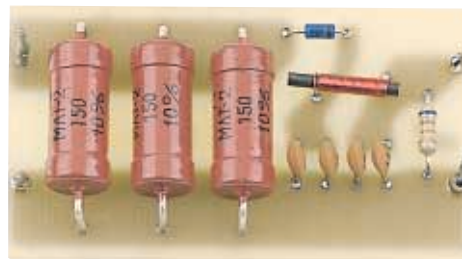
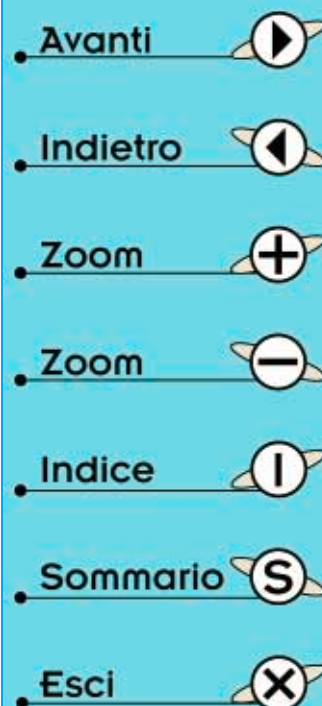



Fig.436 Foto della sonda di carico LX.5042 come si presenta a montaggio ultimato.

riusciate a leggere sul tester **21 volt**, la potenza erogata dal trasmettitore si aggirerà intorno ai:

(21 x 21) : (75 + 75) = 2,94 watt

Se riuscite ad ottenere una tensione di **22 volt**, il trasmettitore erogherà una potenza di:

(22 x 22) : (75 + 75) = 3,22 watt

Togliendo dall'uscita del trasmettitore il **doppio filtro passa-basso**, ottereste una tensione di circa **26 volt** che, in **teoria**, corrispondono ad una potenza di:

(26 x 26) : (75 + 75) = 4,5 watt

Questo aumento di **potenza** si ottiene perchè, alla **potenza** della frequenza **fondamentale** risulta **sommata** anche la **potenza** delle frequenze **armoniche** che, **non** essendo state **attenuate**, vengono ovviamente misurate dalla sonda di carico.

Sappiate che, togliendo il **filtro passa-basso**, la frequenza **fondamentale** dei **27 MHz** rimarrà sempre con la sua **reale potenza** di **2,9-3,2 watt**.

La differenza per arrivare a **4,5 watt** è la **potenza** generata dalle **armoniche** dei **54-81-108 MHz**.

IMPORTANTE

Ricordate che all'uscita del trasmettitore deve **sempre** risultare collegata una **sonda** di **carico** oppure il **cavo coassiale** alla cui estremità avrete già applicato il **dipolo** trasmittente. Se accendete il trasmettitore senza **nessun carico**, può saltare il transistor finale **TR3**.

LA SONDA di CARICO da 50 o 75 ohm

La sonda di carico **LX.5037** che vi abbiamo presentato nella **Lezione N.24**, non accetta sul suo ingresso delle potenze superiori a **1 watt**.

Fig.437 Dopo aver collegato la sonda di carico LX.5042 all'uscita del trasmettitore, dovete cortocircuitare i terminali J1, poi collegare il tester commutato sulla portata 500 mA ai due terminali J2 e ruotare il compensatore C15 fino a leggere una corrente di 340-360 mA. Ottenuta questa condizione, avrete adattato l'impedenza di Collettore del transistor TR2 all'impedenza d'ingresso del transistor TR3.

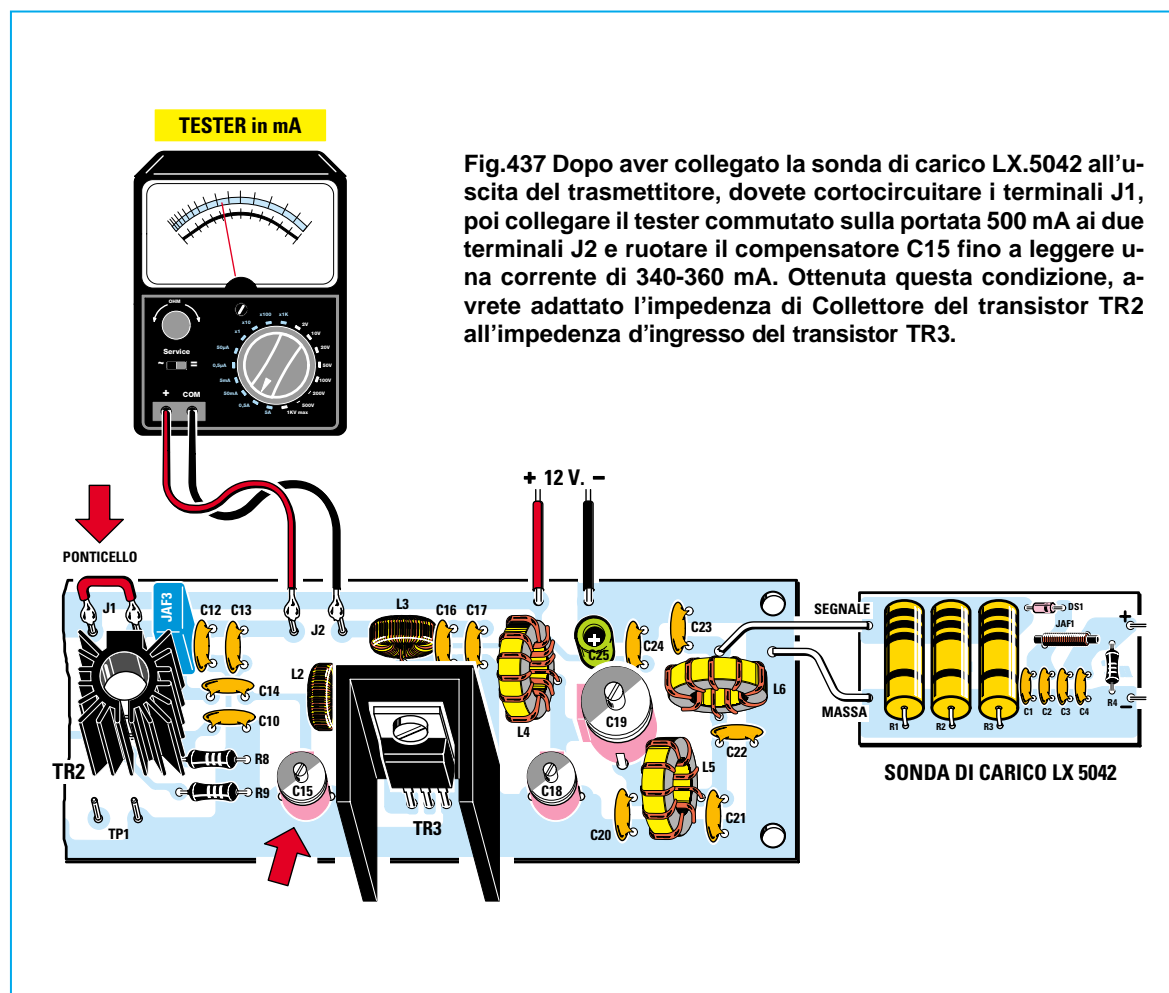
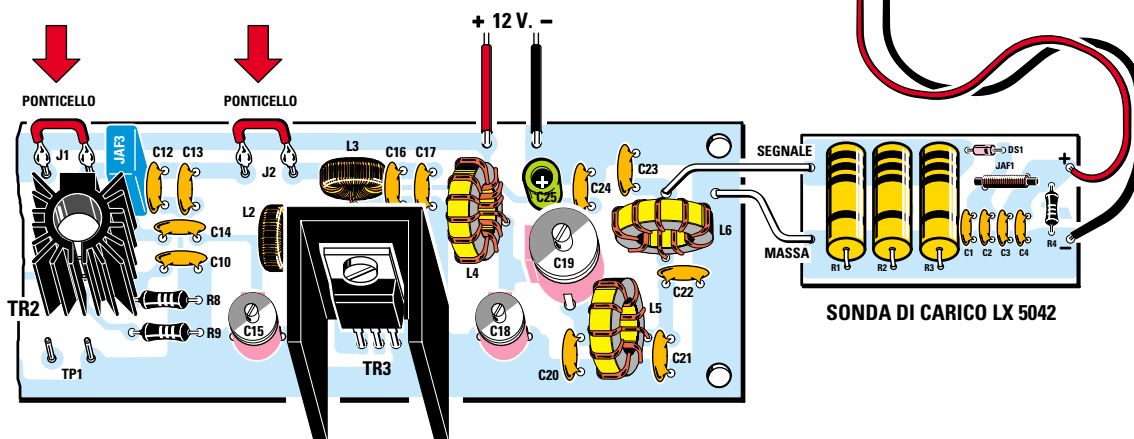



Fig.438 Dopo aver tarato il compensatore C15, cortocircuitate i due terminali J1-J2, poi collegate il tester commutato sulla portata 20-25 volt fondo scala, alla sonda di carico LX.5042, quindi tarate i due compensatori C18-C19 fino a leggere sul tester la massima tensione.
Se utilizzate una sonda di carico da 50 ohm riuscirete a rilevare una tensione di circa 17-18 volt, mentre se utilizzate una sonda di carico da 75 ohm riuscirete a rilevare una tensione di circa 21-22 volt.

Sapendo che questo trasmettitore eroga una potenza che si aggira intorno ai **3 watt**, vi serve una **sonda** di **carico** che possa accettare sul suo ingresso una potenza di circa **6 watt**.

Per realizzare questa sonda dovete montare sul circuito stampato **LX.5042** (vedi fig.435) **3** resistenze a carbone da **2 watt**.

Per avere una sonda che abbia un'impedenza di **50 ohm** dovete montare **3** resistenze da **150 ohm**.

Per avere una sonda che abbia un'impedenza di **75 ohm** dovete montare **3** resistenze da **220 ohm**.

Anche se collegando in parallelo **3** resistenze da **220 ohm** si ottiene in via teorica un valore di **73,33 ohm**, non preoccupatevi perchè, considerando le loro **tolleranze**, otterrete un valore ohmico che potrà risultare di **74** o **75 ohm**.
Nel kit abbiamo inserito sia le **3** resistenze da **150 ohm** che le **3** resistenze da **220 ohm**, in modo che possiate realizzare o la sonda da **50 ohm** oppure quella da **75 ohm**.

Quando userete una di queste sonde è normale che tali resistenze si **surriscaldino**, perchè devono dissipare in **calore** tutta la **potenza RF** erogata dal trasmettitore.

COME collegare il MODULATORE

Per modulare in **AM** il segnale **RF** dei **27 MHz** dovete collegare, per mezzo di due fili di rame isolati, i due terminali d'uscita del trasformatore **T1** ai due terminali **J1** del trasmettitore, non dimenticando di cortocircuitare i due terminali **J2** come appare evidenziato in fig.439.

I **12 volt** stabilizzati necessari per alimentare il trasmettitore e il modulatore possono essere prelevati dall'alimentatore **LX.5004**, che vi abbiamo presentato nella **Lezione N.7**.
Quando collegherete i due fili **positivo** e **negativo** ai due terminali **+/–** del trasmettitore e del modulatore, fate attenzione a rispettare la loro polarità, diversamente metterete fuori uso l'integrato **IC1** e i transistor.

Se **non** collegate al trasmettitore lo stadio modulatore **LX.5041**, dovete ricordarvi di cortocircuitare i due terminali **J1**.

IL DIPOLO TRASMITTENTE

Per irradiare nell'etere il **segnale RF** del vostro trasmettitore vi serve un'antenna irradiante e a questo scopo consigliamo di utilizzare un **dipolo**.

Fig.439 Per collegare lo stadio modulatore al trasmettitore, dovete collegare i due fili d'uscita del trasformatore T1 ai terminali J1, poi cortocircuitare i terminali J2.
Se toglierete dall'uscita del trasmettitore la sonda di carico, dovrete necessariamente collegare il cavo coassiale che porterà il segnale al dipolo irradiante.

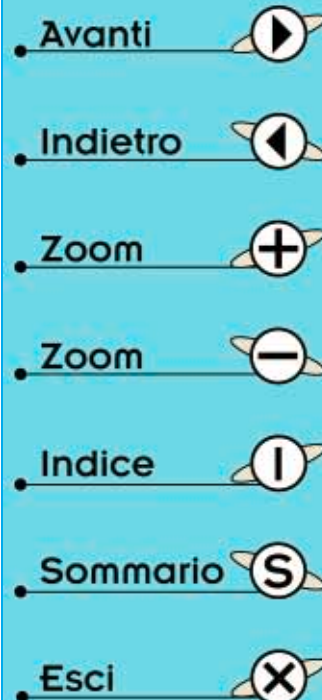
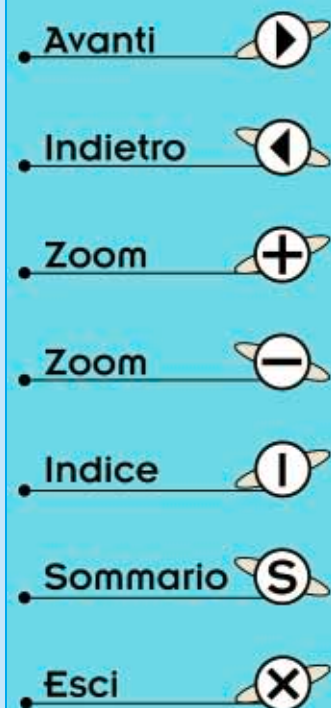



Fig.440 Per realizzare un dipolo sulla gamma dei 27 MHz occorrono solo due spezzoni di filo di rame lunghi 2,56 metri. Per sapere come si progettano altre antenne ricetrasmittenti, vi consigliamo di leggere il nostro volume "Le ANTENNE riceventi e trasmittenti".

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

Per realizzarlo vi servono due spezzoni di filo di rame lungo **2,65 metri** (vedi fig.440).
Come filo potete usare anche quello isolato in **plastica** per impianti elettrici o da campanelli.
Sulla parte centrale di questo dipolo collegate le estremità di un cavo coassiale da **75 ohm**, facendolo scendere fino sull'uscita del trasmettitore e non dimenticano di collegare la **calza** di **schermo** al terminale di **massa** del circuito stampato e il filo **centrale** al terminale della **bobina L6**.

Se vi interessa sapere come si calcola o si progetta una qualsiasi antenna trasmittente, vi consigliamo di leggere il nostro volume:
Le ANTENNE riceventi e trasmittenti

MOBILE

Poichè questo è un piccolo trasmettitore sperimentale che serve unicamente a svelare i primi segreti relativi agli stadi amplificatori **RF** ed anche ad imparare come tararli per **adattare** le diverse impedenze, **non** abbiamo previsto nessun mobile.

Per non tenere volanti sul tavolo i due circuiti stampati, vi consigliamo di prendere un ritaglio di legno **compensato** e di bloccare sulla sua superficie i due circuiti stampati con delle viti in ferro complete di dado.

COSTO DI REALIZZAZIONE

Costo di tutti i componenti necessari per la realizzazione del trasmettitore **LX.5040** visibile in fig.429.
Nel kit sono inseriti il circuito stampato, i tre **transistor**, il **fet**, i 6 **nuclei torodiali** e il filo per avvolgerli, più due quarzi per la gamma dei **27 MHz**.
Lire 40.000 Euro 20,66

Costo dei componenti necessari per la realizzazione dello stadio modulatore **LX.5041** visibile in fig.430.
Nel kit sono inseriti il circuito stampato, il trasformatore di modulazione **T1**, l'integrato **TDA.2002** completo della sua aletta di raffreddamento ed il piccolo **microfono** visibile in fig.431.
Lire 31.000 Euro 16,01

Costo di tutti i componenti necessari per la realizzazione della sonda di carico **LX.5042** di fig.435.
Nel kit sono inseriti il circuito stampato e le resistenze per realizzare questa sonda di carico da **75 ohm** oppure da **50 ohm**.
Lire 5.000 Euro 2,58

A richiesta, possiamo fornirvi anche i soli **circuiti stampati** ai seguenti prezzi:

CS LX.5040	**Lire**	5.800	**Euro**	3,00
CS LX.5041	**Lire**	4.400	**Euro**	2,27
CS LX.5042	**Lire**	1.800	**Euro**	0,93

Tutti i prezzi sono già comprensivi di **IVA**.

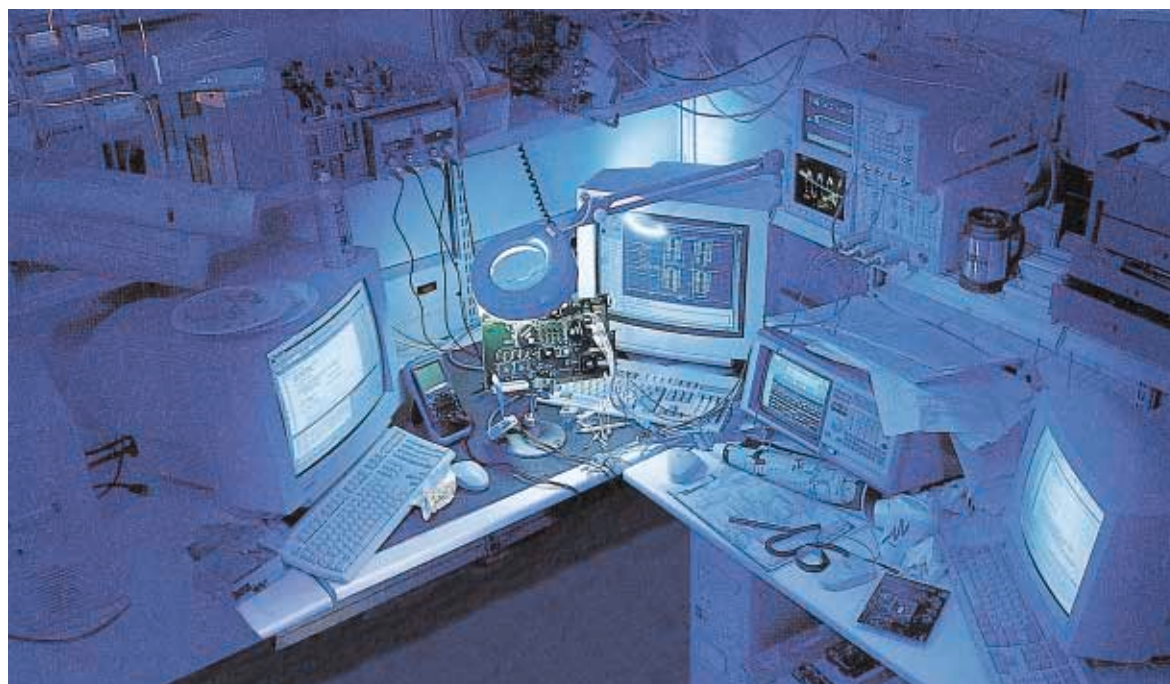
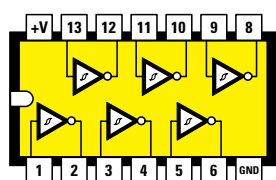
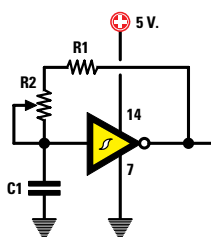
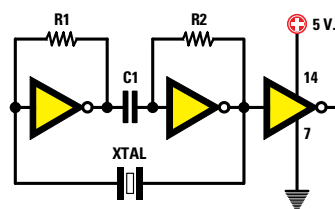
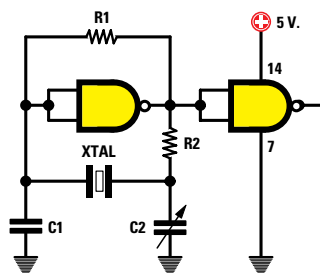
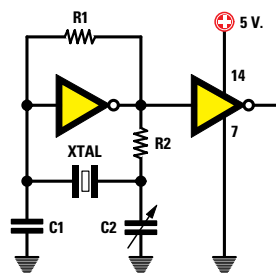



Fig.441 Poichè per diventare esperti in elettronica serve molto più la pratica che la teoria, più circuiti monterete più rapidamente riuscirete a scoprire tutti loro segreti.

*imparare l'*ELETTRONICA *partendo da* ZERO

In questa Lezione vi proponiamo diversi schemi di **oscillatori** che utilizzano degli **integrati digitali** tipo **TTL-HC/Mos-C/Mos** in grado di fornire in uscita un segnale ad **onda quadra**.

Una frequenza ad **onda quadra** viene spesso utilizzata per realizzare apparecchiature **digitali**, ad esempio **temporizzatori-contatempo-frequenzimetri-generatori ultrasonici**, ecc.

Vi spiegheremo perciò anche come si progetta un **temporizzatore digitale** e grazie alle **formule** per calcolare la **frequenza** e il **tempo** in secondi che troverete nel testo, non incontrerete nessuna difficoltà a realizzare un circuito che si adatti perfettamente alle vostre esigenze.

Nella **Lezione N.27** vi abbiamo insegnato come realizzare un piccolo **trasmettitore** per la gamma **CB**, ma se non disponete di un ricevitore per **Onde Corte** in grado di sintonizzarsi sulle frequenze comprese tra **26,9** e **27,4 MHz**, non riuscirete mai a ricevere questo segnale.

Per non farvi acquistare un costoso ricevitore per **Onde Corte**, in questa Lezione vi insegniamo a realizzare un **convertitore** che, collegato all'ingresso **antenna** di una qualsiasi **supereterodina** per **Onde Medie**, vi permetterà di ascoltare il segnale del vostro **trasmettitore** e di tutti i **CB** presenti in zona, sintonizzandovi sulle frequenze dei **600-1.100 KHz** delle **Onde Medie**.

Se nella vostra città conoscete qualche **CB**, potrete tentare di collegarvi con il vostro trasmettitore.

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

OSCILLATORI DIGITALI con integrati TTL e C/MOS

Nella **Lezione N.24** vi abbiamo spiegato come realizzare degli stadi **oscillatori** di **alta frequenza** collegando a un **transistor** oppure a un **fet** una **bobina** e un **compensatore**.
Per variare la **frequenza** generata da questi oscillatori basta modificare il numero delle **spire** della **bobina** o variare la **capacità** del compensatore.

Se vogliamo invece realizzare degli stadi **oscillatori** in grado di generare frequenze **ultrasoniche** sull'ordine dei **30 KHz** oppure frequenze **audio** fino a **20 KHz** o, ancora, frequenze **subsoniche** al disotto dei **50 hertz**, conviene adoperare degli integrati **digitali**, perché per variare la **frequenza** generata basta modificare il valore ohmico di una sola **resistenza** o la capacità di un **condensatore**.

Tutti gli oscillatori che vengono realizzati con gli integrati **digitali** forniscono in uscita un'onda **quadra** anziché **sinusoidale** (vedi figg.442-443).

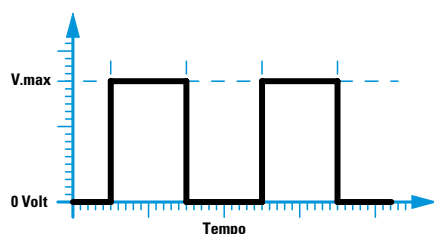



Fig.442 Tutti gli oscillatori che utilizzano degli integrati digitali forniscono in uscita un segnale ad onda "quadra". Il segnale partendo da un valore di 0 volt sale repentinamente al max valore positivo, poi repentinamente scende a 0 volt.

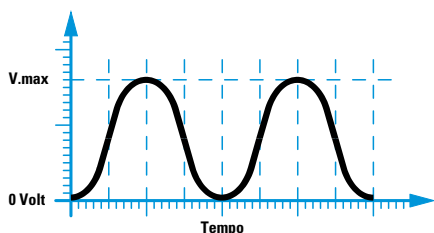



Fig.443 Gli oscillatori RF, presentati nella Lezione N.24, forniscono in uscita un segnale sinusoidale. Il segnale partendo da un valore di 0 volt sale gradualmente al max valore positivo e sempre gradualmente scende sul valore di 0 volt.

L'**ampiezza** del segnale generato è pari al valore della tensione di alimentazione, quindi se utilizziamo degli integrati **TTL** o **HC/Mos** che vanno alimentati con una tensione di **5 volt** otterremo dei segnali con una tensione di **picco** di **5 volt**.

Allo stesso modo, se utilizziamo degli integrati **C/Mos**, che possiamo alimentare con una tensione **minima** di **5 volt** e una tensione **massima** di **15-18 volt**, otterremo dei **picchi positivi** proporzionali al valore della tensione di alimentazione.
Pertanto se alimentiamo un **C/Mos** con una tensione di **9 volt** otterremo dei segnali con una tensione di **picco** di **9 volt**, mentre se lo alimentiamo con **15 volt** otterremo dei segnali con una tensione di **picco** di **15 volt**.

OSCILLATORE con 1 INVERTER TTL di tipo triggerato

Con un integrato **TTL** tipo **SN.7414** oppure con un integrato **HC/Mos** tipo **74HC14** (vedi fig.444) possiamo realizzare un oscillatore in grado di generare una **frequenza** che da un **minimo** di pochi **hertz** può raggiungere e superare i **300 KHz**, utilizzando **uno** solo dei **6 inverter triggerati** (vedi fig.445) presenti al suo interno.

Come vi abbiamo già spiegato nella **Lezione N.16** dedicata alle porte logiche (vedi il **1° volume** di "Imparare l'elettronica" alle pagg.336-338), gli **inverter triggerati** si distinguono dagli altri perché all'interno del loro simbolo grafico, rappresentato da un triangolo, hanno una doppia **S**.

Per variare la **frequenza** generata dobbiamo solo modificare il valore delle resistenze **R1-R2** oppure la capacità del condensatore **C1**.

Conoscendo i valori di **R1-R2** e di **C1** possiamo calcolare la **frequenza** che si preleva dalla sua uscita utilizzando la formula:

KHz = 700 : [(R1 + R2 kiloohm) x C1 nanofarad]

Il valore della **frequenza** generata è sempre molto **approssimativo**, perché oltre alla **tolleranza** delle resistenze e del condensatore c'è anche quella dell'integrato utilizzato, che può variare il valore delle soglie a seconda della Casa Costruttrice.

Il piccolo trimmer da **100 ohm** (vedi **R2**), collegato in serie alla resistenza **R1**, ci permette di tarare fi-

nemente il valore della **frequenza** generata sul valore desiderato.

Per leggere il valore della frequenza generata da questi oscillatori ci vorrebbe uno strumento chiamato **frequenzimetro** e poiché probabilmente ancora non l'avete, ve ne proporremo uno in una delle prossime Lezioni.

In valore ohmico totale delle resistenze **R1+R2** di questo oscillatore che utilizza un integrato **TTL** non deve mai superare i **1.000 ohm**.
Per questo motivo abbiamo scelto per la resistenza **R1** un valore di **820 ohm** e per il trimmer **R2** un valore di **100 ohm**, ottenendo così un valore ohmico totale di **920 ohm**.

Nella **formula** il valore delle resistenze **R1-R2** deve essere espresso in **kiloohm** e la capacità del condensatore **C1** in **nanofarad**.

Poiché negli elenchi componenti il valore delle resistenze è sempre espresso in **ohm**, per convertirlo in **kiloohm** dobbiamo **dividerlo** per **1.000**.
Quindi **820 ohm** corrispondono **0,82 kiloohm** e **920 ohm** corrispondono a **0,92 kiloohm**.

Lo stesso per la capacità dei condensatori, che essendo espressa in **picofarad** va divisa per **1.000** per convertirla in **nanofarad**.
Quindi **2.200 pF** corrispondono a **2,2 nanofarad** e **10.000 pF** corrispondono a **10 nanofarad**.

Se la capacità del condensatore fosse espressa in **microfarad**, per convertirla in **nanofarad** dovremmo invece **moltiplicarla** per **1.000**.

Quindi, ad esempio, **0,47 microfarad** corrispondono a **470 nanofarad** e **1 microfarad** corrisponde a **1.000 nanofarad**.

Il valore della **frequenza** che otteniamo da questa formula è in **kilohertz**, quindi se vogliamo convertirlo in **hertz** dobbiamo **moltiplicarlo** per **1.000**.

Se dal calcolo otteniamo **15,1 kilohertz**, questa frequenza corrisponde a **15.100 hertz** e se otteniamo **0,021 kilohertz**, questa frequenza corrisponde a **21 hertz**.

Sapendo quale **frequenza** in **KHz** vogliamo prelevare dall'uscita di questo oscillatore e conoscendo già il valore delle resistenze **R1-R2**, possiamo calcolare il valore da assegnare al condensatore **C1** utilizzando questa formula:

C1 nanofarad = 700 : [(R1 + R2 kiloohm) x KHz]

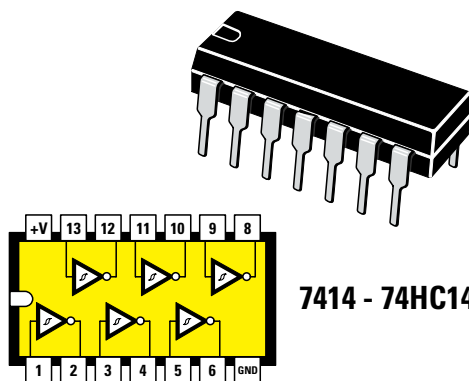



Fig.444 All'interno degli integrati 7414 e 74HC14 sono presenti 6 Inverter di tipo triggerato. Nel disegno riportiamo le connessioni dei terminali viste da sopra rivolgendo la tacca di riferimento a U presente sul loro corpo verso sinistra.

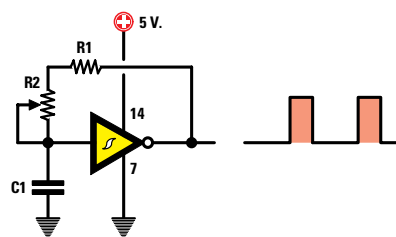



Fig.445 Schema elettrico di un oscillatore che possiamo realizzare con gli integrati 7414 o 74HC14 utilizzando un solo Inverter di tipo triggerato. In fig.446 sono riportate le formule per calcolare la frequenza in KHz o la capacità C1 in nanofarad.

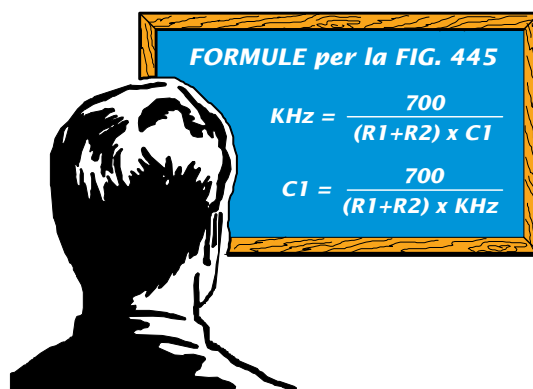



Fig.446 Il valore delle resistenze R1-R2 deve essere espresso in kiloohm e la capacità del condensatore C1 in nanofarad.

Supponendo di voler ottenere una frequenza di **12 KHz** pari a **12.000 hertz**, per calcolare il valore del condensatore **C1** vi consigliamo di eseguire due operazioni: una con la sola resistenza **R1** e una con la **somma** delle resistenze **R1+R2** per verificare se il risultato che si ottiene rientra in un valore di capacità **standard**:

700 : (0,82 x 12) = 71 nanofarad

700 : (0,92 x 12) = 63 nanofarad

Poiché nessuno di questi due valori è standard possiamo scegliere una capacità compresa tra **71** e **63 nanofarad**, cioè il valore standard di **68 nanofarad** pari a **68.000 picofarad**.

Se ruotiamo il trimmer **R2** in modo da cortocircuitare tutta la sua resistenza, inseriremo nel circuito il solo valore di **R1** pari a **0,82 kiloohm** e quindi otterremo una frequenza di:

700 : (0,82 x 68) = 12,55 kilohertz

Se ruotiamo il trimmer **R2** in modo da inserire tutta la sua resistenza, il valore ohmico totale di **0,92 kiloohm** (**R1+R2**) ci consentirà di ottenere una frequenza di:

700 : (0,92 x 68) = 11,18 kilohertz

Nella **Tabella N.23** riportiamo i valori in **KHz** delle frequenze che si ottengono ruotando il trimmer **R2** dal suo valore minimo al suo massimo e utilizzando per **C1** dei valori di capacità **standard**.

Nel caso si volesse ottenere un'escursione di frequenza molto più ampia di quanto riportato nella **Tabella N.23**, si potrebbe usare per **R1** un valore di **470 ohm** e per **R2** un trimmer da **470 ohm**.

Con questi valori ohmici e inserendo nell'oscillatore un condensatore da **68 nanofarad**, se ruotiamo il trimmer **R2** in modo da cortocircuitare tutta la sua resistenza inseriremo nel circuito il solo valore di **R1** pari a **0,47 kiloohm** e quindi otterremo una frequenza di:

700 : (0,47 x 68) = 21,90 kilohertz

Se ruotiamo il trimmer **R2** in modo da inserire tutta la sua resistenza, il valore ohmico totale di **0,94 kiloohm** (**R1+R2**) ci consentirà di ottenere una frequenza di:

700 : (0,94 x 68) = 10,95 kilohertz

TABELLA N.23

capacità condensatoreC1	Frequenza massima	Frequenza minima
1,0 nanofarad	da 853 KHz	a 760 KHz
1,5 nanofarad	da 569 KHz	a 507 KHz
2,2 nanofarad	da 388 KHz	a 345 KHz
2,7 nanofarad	da 316 KHz	a 281 KHz
3,3 nanofarad	da 258 KHz	a 230 KHz
3,9 nanofarad	da 219 KHz	a 195 KHz
4,7 nanofarad	da 181 KHz	a 162 KHz
5,6 nanofarad	da 152 KHz	a 136 KHz
6,8 nanofarad	da 125 KHz	a 112 KHz
8,2 nanofarad	da 104 KHz	a 93 KHz
10 nanofarad	da 85 KHz	a 76 KHz
18 nanofarad	da 47 KHz	a 42 KHz
22 nanofarad	da 39 KHz	a 35 KHz
33 nanofarad	da 26 KHz	a 23 KHz
39 nanofarad	da 22 KHz	a 20 KHz
47 nanofarad	da 18 KHz	a 16 KHz
56 nanofarad	da 15 KHz	a 14 KHz
68 nanofarad	da 13 KHz	a 11 KHz
82 nanofarad	da 10 KHz	a 9 KHz
100 nanofarad	da 8 KHz	a 7,6 KHz
120 nanofarad	da 7 KHz	a 6,3 KHz
180 nanofarad	da 5 KHz	a 4,2 KHz
220 nanofarad	da 4 KHz	a 3,4 KHz
470 nanofarad	da 1,8 KHz	a 1,6 KHz
560 nanofarad	da 1,5 KHz	a 1,3 KHz
680 nanofarad	da 1,2 KHz	a 1,1 KHz
820 nanofarad	da 1,0 KHz	a 0,9 KHz

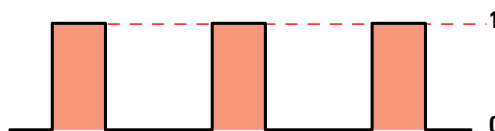



Fig.447 Il segnale ad onda quadra che fuoriesce dall'oscillatore di fig.445 non ha un duty-cycle del 50%. Vale a dire che il tempo in cui l'impulso rimane a livello logico 1 non risulta identico al tempo in cui rimane a livello logico 0. Anche se il duty-cycle non è del 50%, il valore della frequenza in uscita non varia.

OSCILLATORE con 3 INVERTER TTL non triggerati

Per realizzare un oscillatore digitale con un integrato **TTL** tipo **SN.7404** o con l'integrato **HC/Mos** tipo **74HC04** (vedi fig.448), contenente al suo interno **6 inverter non triggerati**, dobbiamo utilizzare **3 inverter** collegandoli come visibile in fig.449.

Per conoscere il valore della **frequenza** generata da questo oscillatore usiamo la formula:

KHz = 470 : [(R1 + R2 kiloohm) x C1 nanofarad]

La **frequenza** che otteniamo con questa formula è sempre molto approssimativa a causa delle **tolleranze** delle resistenze e del condensatore.

Anche per questo oscillatore il valore ohmico totale di **R1+R2** non deve mai superare i **1.000 ohm**, quindi per **R1** conviene scegliere un valore di **820 ohm** e per **R2** un trimmer da **100 ohm** in modo da avere un valore totale di **920 ohm**.

Nella **formula** il valore delle resistenze **R1-R2** deve essere sempre espresso in **kiloohm** e quello del condensatore **C1** in **nanofarad**.

Il valore della **frequenza**, che viene espresso in **kilohertz**, può essere convertito in **hertz** se moltiplicato per **1.000**.

Sapendo quale **frequenza** in **KHz** desideriamo prelevare da questo oscillatore e conoscendo già il valore delle resistenze **R1-R2**, possiamo calcolare il valore da assegnare al condensatore **C1** utilizzando questa formula:

C1 nanofarad = 470 : [(R1 + R2 kiloohm) x KHz]

Supponendo di voler ottenere una frequenza di **12 KHz** pari a **12.000 hertz**, eseguiremo le due solite operazioni, una con la sola resistenza **R1** e una con la **somma** di **R1+R2**, in modo da verificare quale dei due risultati rientra in un valore di capacità **standard**:

470 : (0,82 x 12) = 47 nanofarad

470 : (0,92 x 12) = 42 nanofarad

In questo caso possiamo scegliere il valore standard di **47 nanofarad** pari a **47.000 picofarad**.

Se ruotiamo il trimmer **R2** in modo da cortocircuitare tutta la sua resistenza, inseriremo nel circuito il solo valore di **R1** pari a **0,82 kiloohm** e quindi ot-

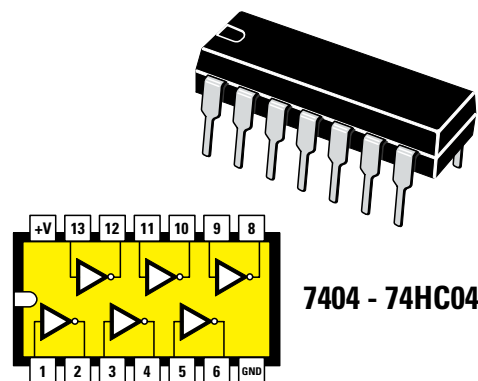



Fig.448 Nel disegno riportiamo le connessioni viste da sopra dei terminali degli integrati 7404 e 74HC04, rivolgendo la tacca di riferimento a U presente sul loro corpo verso sinistra.

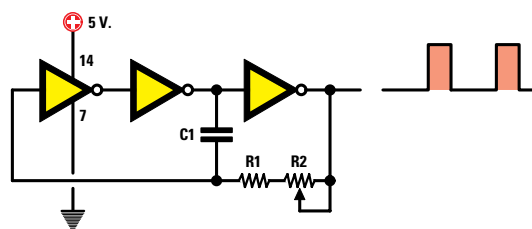



Fig.449 Schema elettrico di un oscillatore che utilizza 3 degli Inverter NON triggerati contenuti all'interno degli integrati 7404 o 74HC04. In fig.450 sono riportate le formule per calcolare la frequenza in KHz o la capacità di C1 espressa in nanofarad.

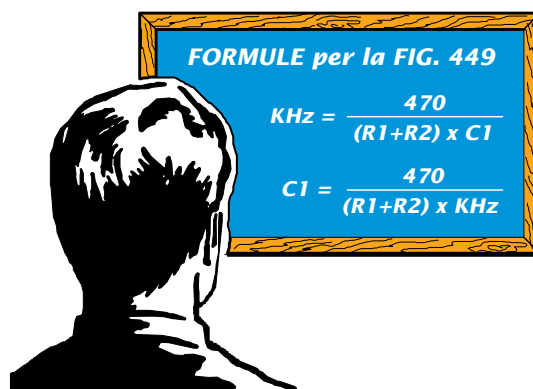



Fig.450 Il valore delle resistenze R1-R2 deve essere espresso in kiloohm e la capacità del condensatore C1 in nanofarad.

terremo una frequenza di:

470 : (0,82 x 47) = 12,19 kilohertz

Se ruotiamo il trimmer **R2** in modo da inserire tutta la sua resistenza, il valore ohmico totale di **0,92 kiloohm** (**R1+R2**) ci consentirà di ottenere una frequenza di:

470 : (0,92 x 47) = 10,86 kilohertz

Nella **Tabella N.24** riportiamo i valori in **KHz** delle frequenze che si ottengono ruotando il trimmer **R2** dal suo valore minimo al suo massimo e utilizzando per **C1** dei valori di capacità **standard**.

TABELLA N.24

capacità condensatoreC1	Frequenza massima	Frequenza minima
1,0 nanofarad	da 573 KHz	a 511 KHz
1,5 nanofarad	da 382 KHz	a 340 KHz
2,2 nanofarad	da 260 KHz	a 232 KHz
2,7 nanofarad	da 212 KHz	a 189 KHz
3,3 nanofarad	da 174 KHz	a 155 KHz
3,9 nanofarad	da 147 KHz	a 131 KHz
4,7 nanofarad	da 122 KHz	a 109 KHz
5,6 nanofarad	da 102 KHz	a 91 KHz
6,8 nanofarad	da 84 KHz	a 75 KHz
8,2 nanofarad	da 70 KHz	a 62 KHz
10 nanofarad	da 57 KHz	a 51 KHz
18 nanofarad	da 32 KHz	a 28 KHz
22 nanofarad	da 26 KHz	a 23 KHz
33 nanofarad	da 17 KHz	a 15 KHz
39 nanofarad	da 14 KHz	a 13 KHz
47 nanofarad	da 12 KHz	a 11 KHz
56 nanofarad	da 10 KHz	a 9 KHz
68 nanofarad	da 8,4 KHz	a 7,5 KHz
82 nanofarad	da 6,9 KHz	a 6,2 KHz
100 nanofarad	da 5,7 KHz	a 5,1 KHz
120 nanofarad	da 4,8 KHz	a 4,2 KHz
180 nanofarad	da 3,2 KHz	a 2,8 KHz
220 nanofarad	da 2,6 KHz	a 2,3 KHz
470 nanofarad	da 1,2 KHz	a 1,0 KHz
560 nanofarad	da 1,0 KHz	a 0,9 KHz
680 nanofarad	da 0,8 KHz	a 0,7 KHz
820 nanofarad	da 0,7 KHz	a 0,6 KHz

Nel caso si volesse ottenere un'escursione di frequenza più ampia di quanto riportato nella **Tabella N.24**, si potrebbe usare per **R1** un valore di **470 ohm** e per **R2** un trimmer da **470 ohm**.

Adoperando questi due valori ohmici e inserendo in questo oscillatore un condensatore da **47 nanofarad**, se ruotiamo il trimmer **R2** in modo da cortocircuitare tutta la sua resistenza inseriremo nel circuito il solo valore di **R1** pari a **0,47 kiloohm** e quindi otterremo una frequenza di:

470 : (0,47 x 47) = 21,27 kilohertz

Se ruotiamo il trimmer **R2** in modo da inserire tutta la sua resistenza, il valore ohmico totale di **0,94 kiloohm** (**R1+R2**) ci consentirà di ottenere una frequenza di:

470 : (0,94 x 47) = 10,63 kilohertz

Anche questo oscillatore, come il precedente, genera delle onde quadre con un **duty-cycle**, cioè con un rapporto tra le due semionde, che non è esattamente del **50%** (vedi fig.447).

OSCILLATORE con 2 INVERTER TTL non triggerati

Con un integrato **TTL** tipo **SN.7404** o con un **HC/Mos** tipo **74HC04** possiamo realizzare anche un oscillatore in grado di fornirci un'onda quadra con un **duty-cycle** del **50%** (vedi fig.451) utilizzando solo **2 inverter**.
Per calcolare il valore della **frequenza**, sempre espressa in **kilohertz**, generata da questo oscillatore, utilizziamo questa formula:

KHz = 470 : (R1 kiloohm x C1 nanofarad)

In questo oscillatore si devono sempre usare due valori identici per le resistenze siglate **R1** e due capacità identiche per i condensatori siglati **C1**.

Sapendo quale **frequenza** in **KHz** vogliamo ottenere e conoscendo già il valore delle resistenze **R1**, possiamo calcolare il valore da assegnare ai condensatori **C1** utilizzando questa formula:

C1 nanofarad = 470 : (R1 kiloohm x KHz)

Supponendo di voler ottenere una frequenza di **12 KHz** pari a **12.000 hertz** utilizzando due resistenze **R1** da **0,47 kiloohm** pari a **470 ohm**, per i condensatori **C1** dovremo scegliere una capacità di:

470 : (0,47 x 12) = 83,33 nanofarad

Poiché questo valore **non** è standard, possiamo scegliere **82 nanofarad** pari a **82.000 picofarad**.

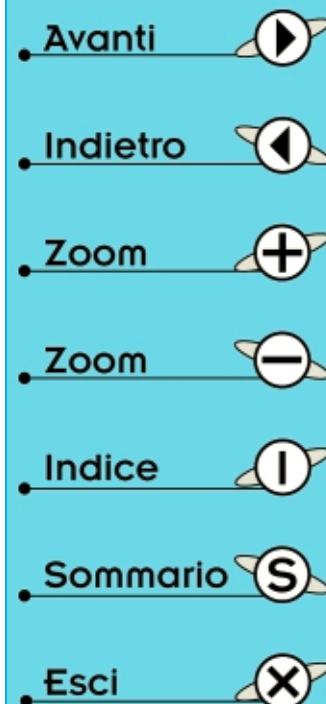
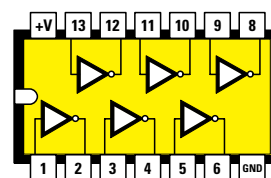
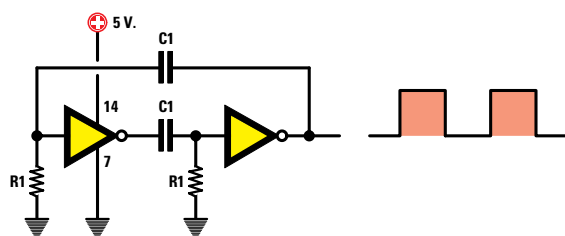
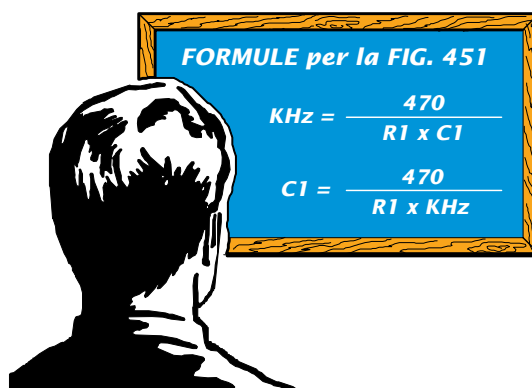



Fig.451 Utilizzando sempre gli integrati 7404 o 74HC04, contenenti 6 inverter NON triggerati, è possibile realizzare un oscillatore con solo 2 inverter. In questo schema i valori delle resistenze R1, così come delle capacità C1, devono essere identici.

Con questo valore di capacità **standard** otteniamo una frequenza di:

470 : (0,47 x 82) = 12,19 kilohertz

A causa delle **tolleranze** delle resistenze e dei condensatori, questa frequenza potrà risultare compresa tra gli **11** e i **13 KHz**.

Nota: Nelle formule riportate nella lavagna a destra, il valore delle resistenze **R1** è espresso in **kiloohm** e quello delle capacità **C1** in **nanofarad**.

OSCILLATORE con 1 INVERTER C/Mos di tipo triggerato

Oltre agli integrati **TTL** e **HC/Mos**, va presa in considerazione anche un'altra categoria di integrati, i **C/Mos**, che possiamo ugualmente utilizzare per realizzare degli oscillatori digitali.

Se vogliamo realizzare un oscillatore con un solo **inverter** (vedi fig.453), dobbiamo adoperare un **C/Mos** tipo **40106** o altri equivalenti, che contiene al suo interno **6 inverter triggerati** (vedi fig.452).

Poiché un integrato **C/Mos** può essere alimentato con una tensione compresa tra un minimo di **5 volt** e un massimo di **18 volt**, va sottolineato che la **frequenza** di un oscillatore **C/Mos** si riesce a variare non solo modificando i valori delle resistenze **R1-R2** oppure la capacità del condensatore **C1**, ma anche i **volt** della tensione di alimentazione.
Più **aumenta** il valore della tensione più **diminuisce** il valore della frequenza.

Se alimentiamo l'oscillatore con una **tensione** di **5 volt**, per conoscere la frequenza generata dobbiamo usare questa formula:

KHz = 1.650 : [(R1+R2 kiloohm) x C1 nanofarad]

Se alimentiamo l'oscillatore con una **tensione** di **12 volt**, per conoscere la frequenza generata dobbiamo usare questa formula:

KHz = 1.100 : [(R1+R2 kiloohm) x C1 nanofarad]

Se alimentiamo l'oscillatore con una **tensione** di **15 volt**, per conoscere la frequenza generata dobbiamo usare questa formula:

KHz = 1.000 [(R1+R2 kiloohm) x C1 nanofarad]

A differenza degli schemi con integrati **TTL**, in cui il valore delle resistenze **R1+R2** non poteva superare un massimo di **1.000 ohm** pari a **1 kiloohm**, utilizzando gli integrati **C/Mos** il valore di queste due resistenze può raggiungere anche un massimo di **820.000 ohm** pari a **820 kiloohm**.
Per la resistenza **R1** possiamo quindi usare qualsiasi valore compreso tra **4.700** e **820.000 ohm** e se poi colleghiamo in **serie** a questa resistenza un trimmer da **470 - 8.200 ohm**, potremo tarare finemente il valore della **frequenza** generata.

Nella **Tabella N.25** riportiamo un esempio di come

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

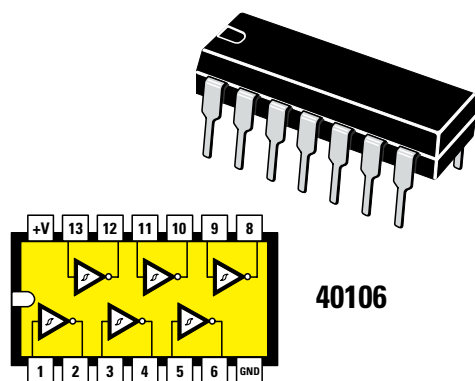



Fig.452 All'interno dell'integrato C/Mos tipo 40106 sono presenti 6 Inverter di tipo triggerato. Nel disegno riportiamo le connessioni dei terminali viste da sopra rivolgendo la tacca di riferimento a U presente sul suo corpo verso sinistra.

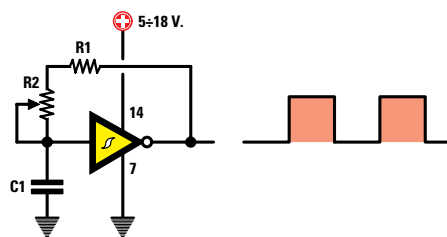



Fig.453 Schema elettrico di un oscillatore che possiamo realizzare con l'integrato C/Mos tipo 40106 utilizzando un solo Inverter di tipo triggerato. In fig.454 sono riportate le formule per calcolare la frequenza in KHz o la capacità di C1 in nanofarad.

Fig.454 Il valore delle resistenze R1-R2 deve essere espresso in kiloohm e la capacità del condensatore C1 in nanofarad.

cambiano i valori della **frequenza** alimentando l'integrato **C/Mos** a **5 - 12 - 15 volt**, utilizzando un condensatore di capacità standard da **10 nanofarad** e variando il valore della sola resistenza **R1** oppure del trimmer **R2**.

Se si vogliono utilizzare dei condensatori o delle resistenze di diverso valore, si può ricavare la **frequenza** espressa in **KHz** utilizzando le tre formule che abbiamo riportato sopra.

TABELLA N.25

CAPACITA' C1 = 10 nanofarad pari a 10.000 pF

R1+R2 in kiloohm	Tensione di alimentazione 5 volt	12 volt	15 volt
4,7	35,1 KHz	23,4 KHz	21,2 KHz
10	16,5 KHz	11,0 KHz	10,0 KHz
22	7,5 KHz	5,0 KHz	4,5 KHz
47	3,5 KHz	2,3 KHz	2,1 KHz
56	2,9 KHz	1,9 KHz	1,7 KHz
68	2,4 KHz	1,6 KHz	1,4 KHz
82	2,0 KHz	1,3 KHz	1,2 KHz
100	1,6 KHz	1,1 KHz	1,0 KHz
220	0,75 KHz	0,50 KHz	0,45 KHz
470	0,35 KHz	0,23 KHz	0,21 KHz
820	0,20 KHz	0,13 KHz	0,12 KHz

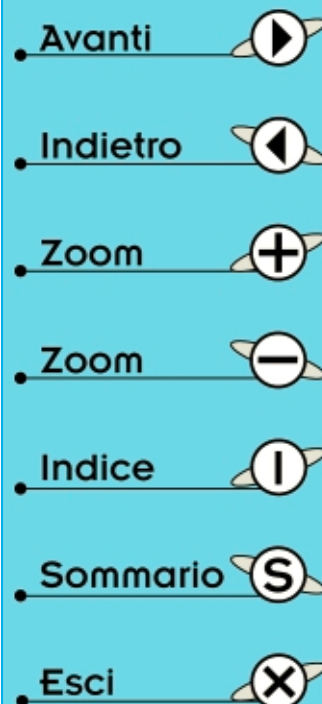
A differenza dell'identico oscillatore realizzato con un integrato **TTL** o **HC/Mos** (vedi fig.444), questo che utilizza un **C/Mos** fornisce in uscita un'**onda quadra** con un **duty-cycle** del **50%**.

OSCILLATORE con 3 INVERTER C/Mos non triggerati

Per poter realizzare un oscillatore con un integrato **C/Mos** tipo **4069** o altri equivalenti contenente al suo interno **6 inverter non triggerati** (vedi fig.455), ci occorrono **3 inverter** che collegheremo come visibile in fig.456.
Anche con questo schema si riesce a variare la **frequenza** generata dall'oscillatore modificando i valori delle resistenze **R1-R2** oppure del condensatore **C1** o anche i **volt** di alimentazione.

Più **aumenta** il valore della tensione più **diminuisce** il valore della frequenza.

Se alimentiamo l'oscillatore con una **tensione** di **5 volt**, per conoscere la frequenza generata dobbiamo usare questa formula:

KHz = 630 : [(R1+R2 kiloohm) x C1 nanofarad]

Se alimentiamo l'oscillatore con una **tensione** di **12 volt**, per conoscere la frequenza generata dobbiamo usare questa formula:

KHz = 660 : [(R1+R2 kiloohm) x C1 nanofarad]

Se alimentiamo l'oscillatore con una **tensione** di **15 volt**, per conoscere la frequenza generata dobbiamo usare questa formula:

KHz = 690 : [(R1+R2 kiloohm) x C1 nanofarad]

Con tutti gli integrati **C/Mos** il valore delle resistenze **R1+R2** può tranquillamente arrivare a **820.000 ohm** pari a **820 kiloohm**.

Nella **Tabella N.26** riportiamo un esempio di come cambiano i valori della **frequenza** alimentando l'integrato **C/Mos** a **5 - 12 - 15 volt**, utilizzando un condensatore di capacità standard da **10 nanofarad** e variando il valore della sola resistenza **R1** oppure del trimmer **R2**.

Se si vogliono utilizzare dei condensatori o delle resistenze di diverso valore, si può ricavare la **frequenza** espressa in **KHz** utilizzando le tre formule che abbiamo riportato sopra.

TABELLA N.26

CAPACITA' C1 = 10 nanofarad pari a 10.000 pF

R1+R2	Tensione di alimentazione		
in kiloohm	5 volt	12 volt	15 volt
4,7	13,4 KHz	14,0 KHz	14,7 KHz
10	6,30 KHz	6,60 KHz	6,90 KHz
22	2,86 KHz	3,00 KHz	3,13KHz
47	1,34 KHz	1,40 KHz	1,46 KHz
56	1,12 KHz	1,17 KHz	1,23 KHz
68	0,92 KHz	0,97 KHz	1,01 KHz
82	0,76 KHz	0,80 KHz	0,84 KHz
100	0,63 KHz	0,66 KHz	0,69 KHz
220	0,28 KHz	0,30 KHz	0,31 KHz
470	0,13 KHz	0,14 KHz	0,15 KHz
820	0,07 KHz	0,08 KHz	0,08 KHz

OSCILLATORE con 2 INVERTER C/Mos non triggerati

Con un integrato **C/Mos** tipo **4069** contenente al suo interno **6 inverter non triggerati**, possiamo realizzare un oscillatore con **2** soli **inverter** (vedi fig.459), in grado di fornirci un'onda quadra con un **duty-cycle** del **50%**.

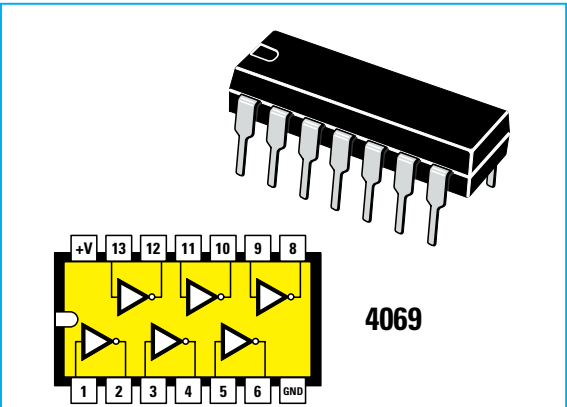



Fig.455 All'interno dell'integrato C/Mos tipo 4069 sono presenti 6 Inverter di tipo NON triggerato. Nel disegno riportiamo le connessioni dei terminali viste da sopra rivolgendo la tacca di riferimento a U presente sul suo corpo verso sinistra.

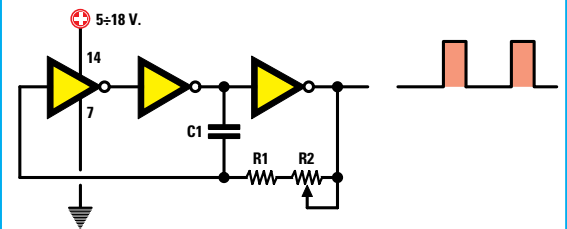



Fig.456 Schema elettrico di un oscillatore che utilizza 3 degli Inverter NON triggerati contenuti all'interno dell'integrato 4069. In fig.457 sono riportate le formule per calcolare la frequenza in KHz o la capacità di C1 espressa in nanofarad.

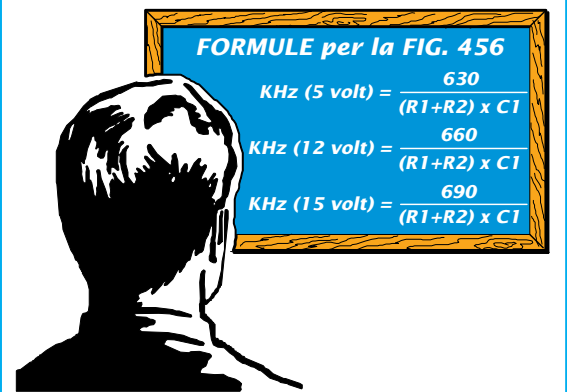



Fig.457 Il valore delle resistenze R1-R2 deve essere espresso in kiloohm e la capacità del condensatore C1 in nanofarad.

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

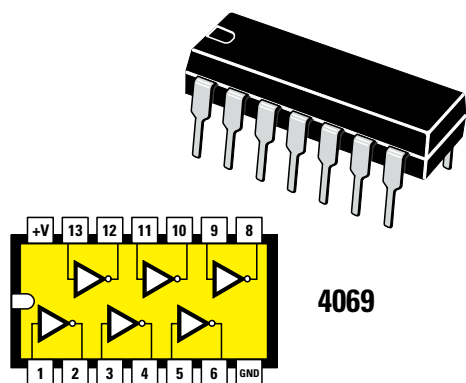



Fig.458 In questa figura riportiamo nuovamente le connessioni viste da sopra dell'integrato C/Mos tipo 4069 con la tacca di riferimento a U rivolta a sinistra.

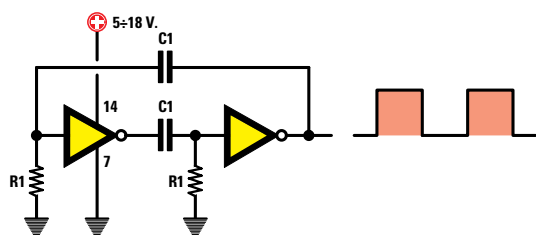



Fig.459 Con l'integrato C/Mos tipo 4069, contenente al suo interno 6 Inverter di tipo NON triggerato, è possibile realizzare un oscillatore utilizzando solo 2 inverter. In questo schema i valori delle resistenze R1, come anche le capacità dei condensatori C1, devono essere identici.

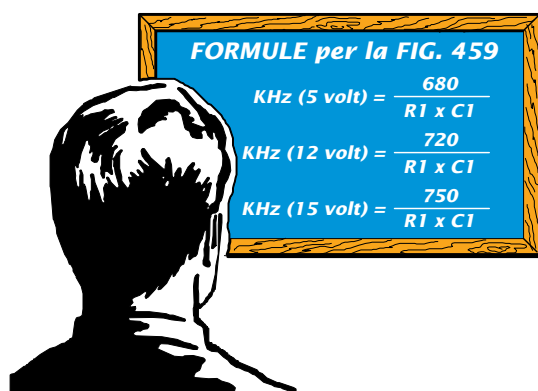



Fig.460 Il valore delle resistenze R1 deve essere espresso in kiloohm e quello delle capacità C1 in nanofarad.

Anche in questo schema si riesce a variare la **frequenza** generata dall'oscillatore modificando i valori delle resistenze **R1** oppure dei condensatori **C1** o anche i **volt** di alimentazione.

Più **aumenta** il valore della tensione più **diminuisce** il valore della frequenza.

Se alimentiamo l'oscillatore con una **tensione** di **5 volt**, per conoscere la frequenza generata dobbiamo usare questa formula:

KHz = 680 : (R1 kiloohm x C1 nanofarad)

Se alimentiamo l'oscillatore con una **tensione** di **12 volt**, per conoscere la frequenza generata dobbiamo usare questa formula:

KHz = 720 : (R1 kiloohm x C1 nanofarad)

Se alimentiamo l'oscillatore con una **tensione** di **15 volt**, per conoscere la frequenza generata dobbiamo usare questa formula:

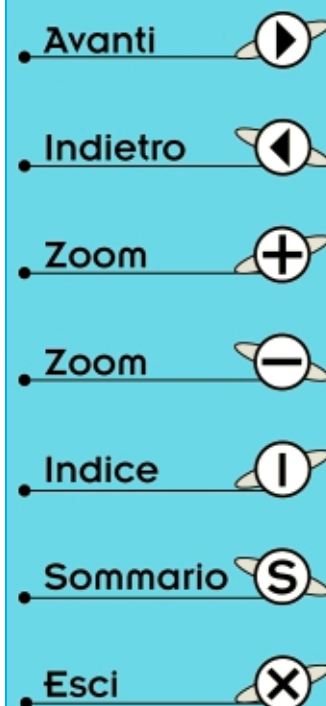
KHz = 750 : (R1 kiloohm x C1 nanofarad)

Il valore delle resistenza **R1** può raggiungere, con questo oscillatore **C/Mos**, un valore massimo di **820.000 ohm** pari a **820 kiloohm**.

Nella **Tabella N.27** riportiamo un esempio di come cambiano i valori della **frequenza** alimentando l'integrato **C/Mos** a **5 - 12 - 15 volt**, utilizzando due condensatori di capacità standard da **10 nanofarad** e variando il valore della sola resistenza **R1**.

TABELLA N.27

CAPACITA' C1 = 10 nanofarad pari a 10.000 pF

Valore R1 in kiloohm	Tensione di alimentazione 5 volt	12 volt	15 volt
4,7	14,4 KHz	15,3 KHz	15,9 KHz
10	6,80 KHz	7,20 KHz	7,50 KHz
22	3,09 KHz	3,27 KHz	3,40 KHz
47	1,44 KHz	1,53 KHz	1,59 KHz
56	1,21 KHz	1,25 KHz	1,34 KHz
68	1,00 KHz	1,05 KHz	1,10 KHz
82	0,83 KHz	0,85 KHz	0,91 KHz
100	0,68 KHz	0,70 KHz	0,75 KHz
220	0,30 KHz	0,32 KHz	0,34 KHz
470	0,14 KHz	0,15 KHz	0,16 KHz
820	0,08 KHz	0,08 KHz	0,09 KHz

OSCILLATORE con un integrato NE.555

Un oscillatore ad **onda quadra** si può ottenere anche utilizzando l'integrato **timer** siglato **NE.555** (vedi fig.461) che può essere alimentato con una tensione che da un minimo di **5 volt** può raggiungere un massimo di **18 volt**.

Per variare la **frequenza** dello schema riportato in fig.462 è sufficiente variare il valore delle resistenze **R1-R2** oppure quello del condensatore **C1**.

Conoscendo i valori di **R1-R2** in **kiloohm** e la capacità del condensatore **C1** in **nanofarad**, possiamo calcolare il valore in **KHz** della **frequenza** generata utilizzando questa formula:

KHz = 1,44 : [(R1 + R2 + R2) x C1]

In questa formula dobbiamo **sommare** due volte il valore della resistenza **R2**, collegata tra i piedini **7** e **2-6** dell'integrato **NE.555**.

Realizzando ad esempio un circuito con questi valori di componenti:

R1 = 2.200 ohm pari a **2,2 kiloohm**
R2 = 4.700 ohm pari a **4,7 kiloohm**
C1 = 1.000 pF pari a **1 nanofarad**

dal piedino d'uscita **3** dell'integrato **NE.555** preleviamo una **frequenza** di:

1,44 : [(2,2 + 4,7 + 4,7) x 1] = 0,124 KHz

Moltiplicandola per **1.000**, possiamo convertire questa frequenza da **kilohertz** in **hertz** ottenendo così **124 hertz**.

Tenete presente che con l'integrato **NE.555** il valore della frequenza d'uscita **non varia** al variare della tensione di alimentazione.

Fig.461 Con un integrato NE.555 è possibile realizzare un oscillatore ad onda quadra in grado di lavorare fino a una frequenza massima di circa 500 kilohertz.

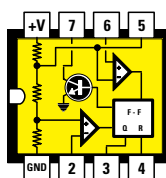
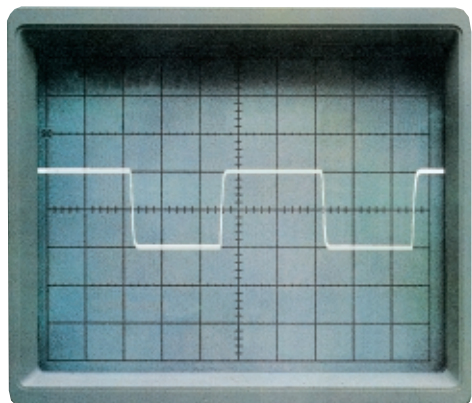
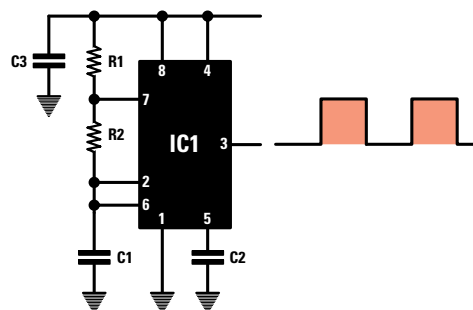



Fig.462 Schema elettrico di un oscillatore che utilizza l'integrato NE.555. In questo schema non dobbiamo usare per la resistenza R1 un valore minore di 1.000 ohm. Per C2 possiamo usare una capacità di 10.000 picofarad e per C3 una capacità di 100.000 picofarad. Nella fig.463 trovate la formula per calcolare il valore della frequenza che fuoriesce dal piedino 3.

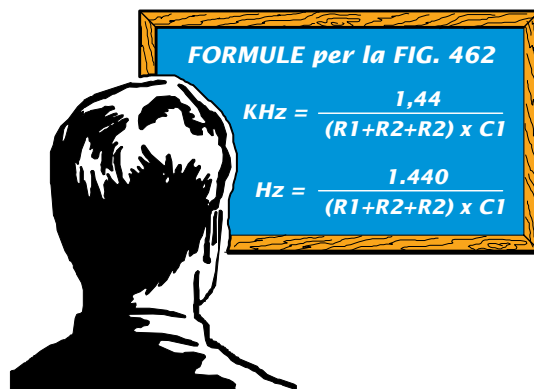



Fig.463 Il valore delle resistenze R1-R2 deve essere espresso in kiloohm e la capacità del condensatore C1 in nanofarad.
Un valore in ohm può essere convertito in kiloohm dividendolo per 1.000; una capacità in picofarad può essere convertita in nanofarad dividendola sempre per 1.000

OSCILLATORI a QUARZO con integrato TTL - HC/MOS - C/MOS

Gli **integrati digitali** vengono utilizzati anche per far oscillare i **quarzi** fino a una frequenza massima di circa **15 MHz**.
Questi oscillatori vengono normalmente impiegati per generare delle frequenze molto stabili, che risultano indispensabili per realizzare **timer**, **orologi**, **frequenzimetri digitali** ecc.

Tenete comunque presente che gli **oscillatori digitali** fanno oscillare un **quarzo** solo sulla sua frequenza **fondamentale**, quindi se adoperate un quarzo **overtone** in **3°** o **5° armonica** (vedi Lezione **N.25**) che sull'involucro riporti **27-71-80 MHz**, non illudetevi di ottenere queste frequenze.

Un quarzo da **27 MHz** in **3° armonica** ci fornirà una frequenza di:

27 : 3 = 9 MHz

Un quarzo da **71 MHz** in **3° armonica** ci fornirà una frequenza di:

71 : 3 = 23,666 MHz

Un quarzo da **80 MHz** in **5° armonica** ci fornirà una frequenza di:

80 : 5 = 16 MHz

INTEGRATI TTL, HC/Mos e C/Mos

Se utilizziamo degli integrati **TTL**, la cui sigla inizia sempre con il numero **74**, oppure degli integrati **HC/Mos**, la cui sigla inizia con **74HC**, dovremo sempre alimentarli con una tensione di **5 volt** e poiché sono molti **veloci**, potremo farli oscillare fino e oltre i **20 MHz**.

Se utilizziamo degli integrati **C/Mos**, la cui sigla inizia sempre con i numeri **40** o **45**, potremo alimentarli con una tensione minima di **5 volt** e una tensione massima di circa **16-18 volt**, ma poiché, rispetto ai precedenti, sono più **lenti**, non riusciremo mai a farli oscillare su frequenze maggiori a **4 Megahertz**.

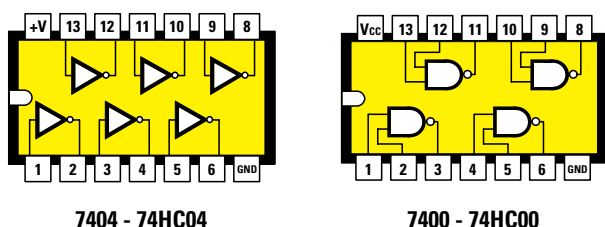
Inoltre, negli oscillatori quarzati a **C/Mos** il valore della frequenza del **quarzo** non cambia, pur variando la tensione di alimentazione da **5** a **16 volt**.

OSCILLATORE con 1 INVERTER HC/Mos

Per far oscillare un **quarzo** con un integrato **HC/Mos** tipo **74HC04** composto da **6 inverter non triggerati** (vedi fig.464), ci basta **1** solo **inverter** collegato come visibile in fig.466.

Con questo circuito si riesce a far oscillare qualsiasi tipo di **quarzo** fino a una frequenza massima di circa **25 MHz**.

Il compensatore **C2** da **10/60 pF**, posto tra la resistenza **R2** e la **massa**, serve non solo per cercare la giusta capacità che consentirà al quarzo di eccitarsi, ma anche per correggere leggermente la sua frequenza di oscillazione.

Questo integrato **HC/Mos** va alimentato con una tensione stabilizzata di **5 volt**.

7404 - 74HC04

7400 - 74HC00

Fig.464 Connessioni viste da sopra degli integrati TTL e HC/Mos. Questi integrati vanno alimentati con una tensione stabilizzata di 5 volt.

Fig.465 Connessioni viste da sopra degli integrati C/Mos. Questi integrati possono essere alimentati con una tensione compresa tra 5 e 18 volt.

4069

4011

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

OSCILLATORE con Nand tipo HC/Mos

Con un integrato **HC/Mos** tipo **74HC00** composto da **4 Nand** (vedi fig. 464), basta collegare insieme i **2 ingressi** per trasformare una porta **Nand** in una porta **inverter**.

Infatti se confrontate lo schema di fig.466 con quello di fig.467 non noterete nessuna differenza.

Con questo circuito si riesce a far oscillare qualsiasi tipo di **quarzo** fino a una frequenza massima di circa **25 MHz**.
Il compensatore **C2** da **10/60 pF**, posto tra la resistenza **R2** e la **massa** serve non solo per cercare la giusta capacità che consentirà al quarzo di eccitarsi, ma anche per correggere leggermente la sua frequenza di oscillazione.

Vi ricordiamo che tutti gli integrati **HC/Mos** vanno alimentati con una tensione stabilizzata di **5 volt**.

OSCILLATORE con 3 INVERTER TTL

Per riuscire a far oscillare un **quarzo** con un integrato **TTL** tipo **SN.7404** o altri equivalenti, che contiene al suo interno **6 inverter non triggerati** (vedi fig.464), dobbiamo utilizzare **3 inverter** collegandoli come visibile in fig.468.
Con questo circuito si riesce a far oscillare qualsiasi **quarzo** fino a una frequenza massima di circa **15 Megahertz**.

Se qualche quarzo ha **difficoltà** a oscillare, basterà **ridurre** il valore delle due resistenze **R1-R2** portandole dagli attuali **680 ohm** a soli **560 ohm**.

Come abbiamo già avuto modo di ricordarvi, gli integrati **TTL** vanno sempre alimentati con una tensione di **5 volt**.

OSCILLATORE con INVERTER C/Mos

Se abbiamo un integrato **C/Mos** tipo **4069**, composto da **6 inverter non triggerati** (vedi fig.465), per realizzare un oscillatore noi possiamo utilizzare lo schema riportato in fig.469 modificando il solo valore della resistenza **R1** che da **4,7 Megaohm** andrà abbassato a **1,2-1,0 Megaohm**.

Ricordatevi comunque che gli oscillatori **C/Mos** **non** potranno mai far oscillare un **quarzo** la cui frequenza superi i **4 MHz**.

Gli integrati **C/Mos** vanno alimentati con una tensione non minore di **5 volt** né maggiore di **18 volt**.

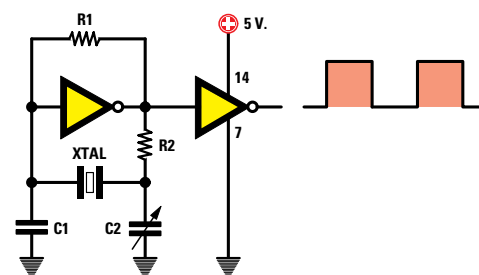



Fig.466 Utilizzando un solo inverter HC/Mos tipo 74HC04, noi riusciamo a far oscillare un qualsiasi quarzo utilizzando questo schema. Se utilizzate un integrato TTL tipo 7404 il circuito non funziona.

R1 = 4,7 Megaohm
R2 = 3.300 ohm
C1 = 33 pF ceramico
C2 = 10/60 pF compensatore

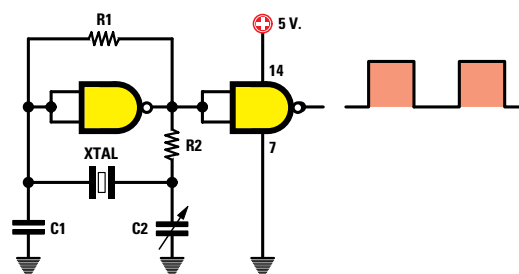



Fig.467 Collegando insieme i due ingressi di un Nand HC/Mos tipo 74HC00, lo trasformiamo in un Inverter, quindi questo schema risulta identico a quello riportato in fig.466. Se utilizzate un integrato TTL tipo 7400 il circuito non funziona.

R1 = 4,7 Megaohm
R2 = 3.300 ohm
C1 = 33 pF ceramico
C2 = 10/60 pF compensatore

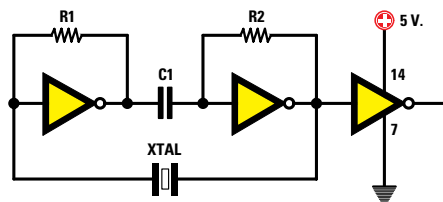



Fig.468 Per far oscillare un quarzo con un integrato TTL tipo 7404, dovete utilizzare 2 degli inverter contenuti al suo interno, collegandoli come visibile in figura.

R1 = 680 ohm
R2 = 680 ohm
C1 = 10.000 pF ceramico

OSCILLATORE con Nand tipo C/Mos

Collegando insieme i **2 ingressi** di un integrato **C/Mos** tipo **4011** composto da **4 Nand** (vedi fig.465) trasformiamo le porte **Nand** in una porta **inverter**.

Infatti, se confrontate lo schema di fig.470 con quello di fig.471, non noterete nessuna differenza.

Sappiate che gli oscillatori a **C/Mos** riescono a far oscillare un **quarzo** solo se hanno una frequenza di lavoro minore di **4 MHz**.

Un qualsiasi oscillatore **C/Mos** può essere alimentato con una tensione compresa tra **5-18 volt**.

GLI ULTIMI CONSIGLI

In tutti i circuiti che utilizzano degli integrati digitali è buona norma applicare sempre tra il piedino **positivo** di alimentazione, indicato con la sigla **Vcc**, e quello di **massa**, indicato con la sigla **GND**, un condensatore che provveda a eliminare i **disturbi spuri** generati dalle commutazioni dei livelli sulle uscite delle porte logiche.

Questo condensatore, che normalmente risulta di **10.000 - 47.000 - 100.000 pF**, va saldato il più vicino possibile alle **piste** in **rame** che partono dallo **zoccolo** di ogni integrato.

LA TOLLERANZA dei QUARZI

Anche i **quarzi**, come qualsiasi altro componente elettronico, hanno una loro **tolleranza** e anche se si tratta di valori veramente **irrisori**, questa non permetterà mai di prelevare dalla loro uscita una **esattissima** frequenza.
Quindi non bisogna meravigliarsi se da un quarzo da **10 MHz**, che in teoria dovrebbe fornire una esatta frequenza di **10.000.000 hertz**, si ottiene invece una frequenza di **9.999.800 hertz** oppure di **10.000.500 hertz**.

A parte la **tolleranza**, i quarzi vengono influenzati anche dalla **temperatura**.

Se la temperatura **aumenta**, la **frequenza scende** di circa uno **0,003%** per grado.

Se la temperatura **scende**, la **frequenza aumenta** di circa uno **0,003%** per grado.

Il **compensatore** che troviamo inserito in tutti gli oscillatori a quarzo, ci permetterà di correggere piccole tolleranze di poche **centinaia** di **hertz**.

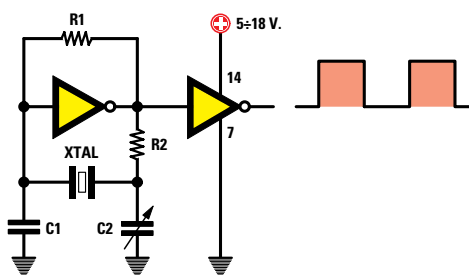



Fig.469 Utilizzando un integrato C/Mos tipo 4069, noi riusciamo a far oscillare un qualsiasi quarzo utilizzando un solo inverter. Rispetto allo schema di fig.466, dovremo abbassare il solo valore di R1.

R1 = 1,0 - 1,2 Megaohm
R2 = 2.700 ohm
C1 = 33 pF ceramico
C2 = 10/60 pF compensatore

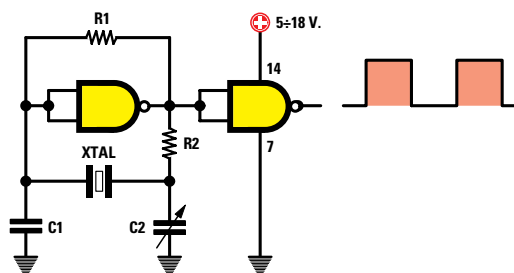



Fig.470 Collegando insieme i due ingressi di un Nand C/Mos tipo 4011, lo trasformiamo in un Inverter, quindi questo schema è identico a quello in fig.469.

R1 = 1,0 - 1,2 Megaohm
R2 = 2.700 ohm
C1 = 33 pF ceramico
C2 = 10/60 pF compensatore

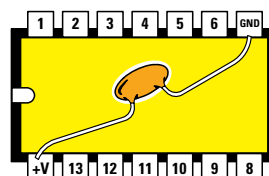



Fig.471 In un qualsiasi oscillatore che utilizza degli integrati digitali, siano essi TTL - HC/Mos - C/Mos, dobbiamo sempre applicare tra il terminale Vcc e il terminale GND un condensatore ceramico da 10.000 pF oppure da 47.000 o 100.000 pF in modo da eliminare tutti i disturbi spuri generati internamente dall'integrato.

CONVERTIRE la gamma dei 27 MHz sulle ONDE MEDIE

Nella **Lezione N.27** vi abbiamo insegnato a realizzare un **trasmettitore** per la gamma **CB**, in grado d'inviare a diversi chilometri di distanza la vostra voce, ma, per poterla ascoltare, ora vi servirebbe un ricevitore per **Onde Corte** in grado di sintonizzarsi sulle frequenze comprese tra **26,9** e **27,4 MHz**.

Per non farvi acquistare un costoso ricevitore per **Onde Corte**, oggi vi insegniamo a trasformare una qualsiasi **supereterodina** per **Onde Medie** in un **sensibile** ricevitore per **CB**, applicando **esternamente** un circuito chiamato **convertitore.**

Una volta che l'avrete realizzato, scoprirete che sintonizzandovi sulle frequenze dei **600-1.100 KHz** riuscirete ad ascoltare tutti i **CB** locali.

Precisiamo subito che le ore più propizie per ascoltarli sono quelle serali oppure i giorni festivi, poichè durante il giorno molti **CB** sono al lavoro.

Se a qualche decina di chilometri da casa vostra passa un'autostrada, potrete ascoltare anche i **camionisti CB** che "chiacchierano" tra loro durante il viaggio.

Ovviamente, questo **convertitore** vi servirà anche per ascoltare il segnale del vostro **trasmettitore**, ma per farlo vi consigliamo di **non** tenere il ricevitore nella stessa stanza perchè, se alzerete leggermente il **volume**, udrete solo un **forte fischio** causato dal microfono che, amplificando il segnale emesso dall'altoparlante, genera una reazione.

CONVERTIRE i 27 MHz sulle ONDE MEDIE

Se avete letto attentamente la **Lezione N.26** dove abbiamo spiegato come funziona un ricevitore **supereterodina**, saprete già che **miscelando** due diverse **frequenze** se ne riesce ad ottenere una **terza** di valore completamente diverso.

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

Per **convertire** le frequenze dei **CB** sulla gamma delle **Onde Medie**, si sfrutta lo stesso principio della supereterodina, cioè si **miscela** la frequenza captata con un segnale prelevato da un **oscillatore** interno, in modo da ottenere una **terza** frequenza che rientri nella gamma dei **500-1.600 KHz**.

Per spiegarvi come funziona questo **convertitore**, in fig.472 vi proponiamo uno schema **"teorico"**.

Il primo **mosfet**, siglato **MFT1**, provvede ad amplificare il segnale dei **27 MHz** captato dall'antenna. Poichè sul terminale **S**ource di questo **mosfet** viene applicata una frequenza di **28 MHz** prelevata dallo stadio **oscillatore** composto dal **fet** siglato **FT1**, sul suo piedino d'uscita **D**rain saranno disponibili queste **quattro** frequenze:

F1 = la frequenza dei **27 MHz** sintonizzata dalla bobina **L1** e dal condensatore **C1**.

F2 = la frequenza dei **28 MHz** generata dal **quarzo XTAL** applicato sullo stadio oscillatore **FT1**.

F3 = la frequenza ottenuta dalla **somma** di **F1+F2**, cioè **27 + 28 = 55 MHz**.

F4 = la frequenza ottenuta dalla **sottrazione F2-F1**, vale a dire **28 - 27 = 1 MHz**.

Poichè nel **D**rain del mosfet **MFT1** è inserita una **MF1** che si accorda su una banda compresa tra **0,6-1,1 MHz**, dal suo **secondario** viene prelevata la sola frequenza **F4** ottenuta dalla sottrazione **F2–F1**.

Tutte le altre frequenze, cioè i **27-28-55 MHz**, sono automaticamente ignorate e scartate.

Sempre nella **Lezione N.26** abbiamo affermato che l'**oscillatore** di una **supereterodina** deve generare una frequenza **maggiore** rispetto a quella della **sintonia**, in modo da ottenere dalla loro **differenza** una frequenza **fissa**, che può risultare di **455 KHz** oppure di **10,7 MHz**.

Quindi, se variamo la frequenza di **sintonia** di una supereterodina, dobbiamo automaticamente variare anche la frequenza dell'**oscillatore** locale.

Osservando invece lo schema elettrico di fig.472, si può notare che la frequenza dell'**oscillatore** di questo convertitore rimane sempre **fissa** sul valore di **28 MHz** (vedi **XTAL**).

Tenendo **fissa** la frequenza dello stadio **oscillatore**, per **convertire** la frequenza **captata** in una **terza frequenza**, è necessario variare la frequenza della **MF1**.

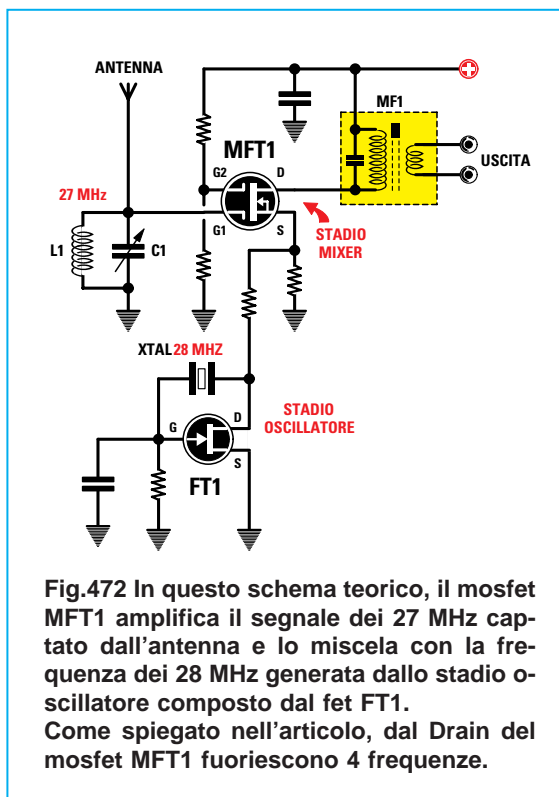
Fig.472 In questo schema teorico, il mosfet MFT1 amplifica il segnale dei 27 MHz captato dall'antenna e lo miscela con la frequenza dei 28 MHz generata dallo stadio oscillatore composto dal fet FT1.
Come spiegato nell'articolo, dal Drain del mosfet MFT1 fuoriescono 4 frequenze.

Nella **prima** colonna della **Tabella N.28** è riportata la **F2**, cioè la frequenza dei **28 MHz** generata dallo stadio **oscillatore**, nella **seconda** colonna la frequenza **F1** che giunge sull'ingresso del **convertitore** e nella **terza** colonna la frequenza che si ottiene **sottraendo** da **F2** il valore della **F1**.

TABELLA N.28

Frequenza Oscillatore F2	Frequenza da ricevere F1	Frequenza di conversione F2-F1
28.000 KHz	26.900 KHz	1.100 KHz
28.000 KHz	26.950 KHz	1.050 KHz
28.000 KHz	27.000 KHz	1.000 KHz
28.000 KHz	27.050 KHz	950 KHz
28.000 KHz	27.100 KHz	900 KHz
28.000 KHz	27.150 KHz	850 KHz
28.000 KHz	27.200 KHz	800 KHz
28.000 KHz	27.250 KHz	750 KHz
28.000 KHz	27.300 KHz	700 KHz
28.000 KHz	27.350 KHz	650 KHz
28.000 KHz	27.400 KHz	600 KHz

Nota: in questa Tabella abbiamo inserito le frequenze espresse in **KHz** anzichè in **MHz**, per ottenere, nella **terza** colonna, il valore della frequenza sulla quale dobbiamo sintonizzare il ricevitore per **Onde Medie** per ricevere la frequenza **F2-F1**.

Quindi se sintonizziamo il ricevitore **Onde Medie** sui **600 KHz**, per sapere su quale frequenza siamo sintonizzati dobbiamo **sottrarre** questo numero ai **28.000 KHz** del **quarzo**:

28.000 – 600 = 27.400 KHz

Così, se captiamo un **CB** sintonizzando il ricevitore **Onde Medie** sulla frequenza degli **850 KHz**, sapremo che questo trasmette sui:

28.000 – 850 = 27.150 KHz

Se captiamo un secondo **CB** sintonizzando il ricevitore delle **Onde Medie** sulla frequenza dei **1.000 KHz**, sapremo che questo trasmette sui:

28.000 – 1.000 = 27.000 KHz

Pertanto, variando la sintonia del ricevitore per **Onde Medie** da **600 KHz** fino a **1.100 KHz**, riusciremo ad ascoltare tutti i **CB** locali.

In pratica, utilizzando questo **convertitore** avremo a disposizione una **supereterodina** a **doppia conversione**.

Infatti, la **prima conversione** viene eseguita dal **convertitore**, che provvede a convertire tutte le frequenze dei **26.900-27.400 KHz** in un valore di **media frequenza** compreso tra **600-1.100 KHz**.

La **seconda conversione** viene compiuta dal ricevitore per **Onde Medie**, che provvede a convertire i **600-1.100 KHz** sul valore della sua **media frequenza**, normalmente pari a **455 KHz**.

SCHEMA ELETTRICO

Passando dallo schema **teorico** di fig.472 al definitivo riportato in fig.474 si può notare che, per realizzarlo, occorrono un **fet** tipo **J.310** (vedi **FT1**) e un integrato siglato **NE.602** (vedi **IC1**), provvisto internamente di uno stadio **preamplificatore**, uno stadio **oscillatore** e uno stadio **miscelatore** (vedi fig.473).

Il primo fet **FT1** viene utilizzato come stadio preamplificatore **RF** con **G**ate a **massa**, per avere sul suo **S**ource un valore d'**impedenza** che si aggiri normalmente intorno ai **50-70 ohm**.

Il segnale captato dall'antenna, prima di raggiungere l'ingresso **S**ource, passa attraverso un filtro **passa-banda** (vedi **JAF1-JAF2**), che provvede a lasciar passare le sole frequenze dei **26-28 MHz**.

Tutte le frequenze minori di **26 MHz** o maggiori di

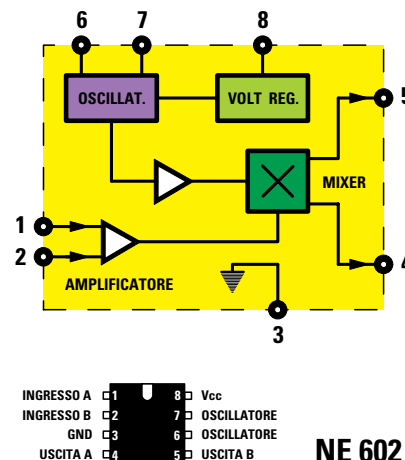



Fig.473 Nel convertitore di fig.474 abbiamo utilizzato l'integrato NE.602 come stadio oscillatore e miscelatore.

28 MHz non verranno amplificate, perchè **non** riusciranno a raggiungere il **S**ource del fet.

Osservando lo schema elettrico di fig.474 si può notare che, in **parallelo** alla bobina **JAF1** del primo filtro, sono collegati in **serie** una capacità di **33 pF** (vedi **C1**) con una capacità di **220 pF** (vedi **C2**).

Queste due capacità di **33-220 pF** servono solo per **adattare** l'alta impedenza del circuito di **sintonia**, che si aggira sui **3.000 ohm**, con la bassa impedenza dell'antenna che normalmente si aggira intorno ai **50-52 ohm**.

Per ricavare il valore di **C1-C2**, bisogna eseguire queste semplici operazioni:

1° operazione - Calcolare quale **capacità** si dovrebbe applicare in **parallelo** alla bobina **JAF1** del valore di **1 microhenry**, per poterla sintonizzare sulla frequenza **centrale** dei **27 MHz**, utilizzando questa formula:

pF = 25.300 : (MHz x MHz x microhenry)

Inserendo nella formula la **frequenza** in **MHz** e il valore della **JAF1** in **microhenry** otteniamo:

25.300 : (27 x 27 x 1) = 34,7 picofarad

Questo sarebbe il valore di **capacità** da collegare in parallelo alla bobina **JAF1**, per poterla sintonizzare sulla frequenza **centrale** dei **27 MHz**.

2° operazione - Sapendo che l'impedenza alle e-

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

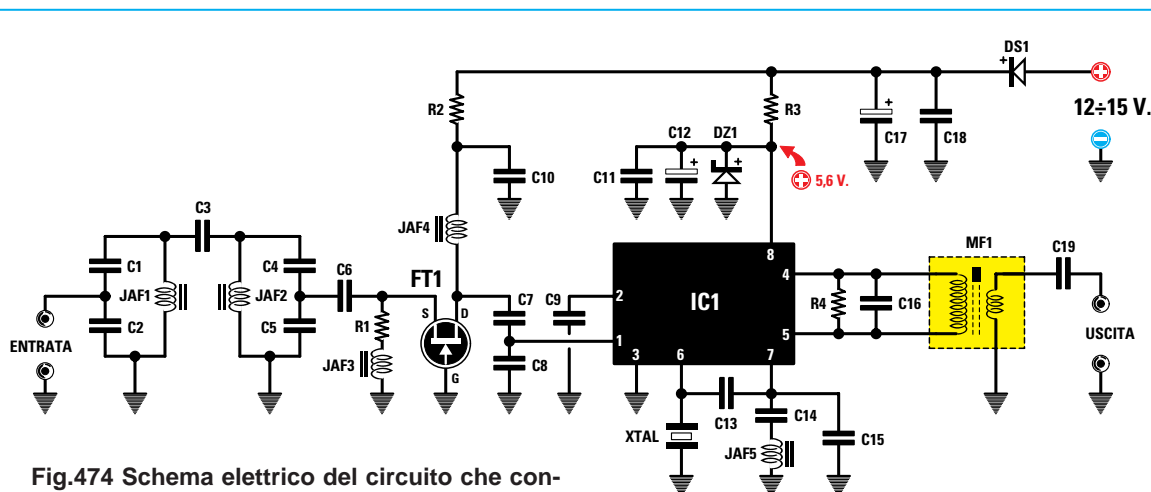



Fig.474 Schema elettrico del circuito che converte i 27 MHz sulla gamma Onde Medie.

stremità della bobina **JAF1** risulta di circa **3.000 ohm**, per poterla adattare sul valore di **50-52 ohm** dell'antenna, bisogna realizzare un **partitore capacitivo**; per calcolare il valore dei due condensatori **C1-C2** dobbiamo prima conoscere quale **rapporto** esiste tra essi utilizzando la formula:

rapporto C1-C2 = $\sqrt{(3.000 : 51)} - 1$

Come prima operazione eseguiremo la **radice quadrata**, poi sottrarremo **1**:

$\sqrt{(3.000 : 51)} - 1 = 6{,}669$ **rapporto C1-C2**

3° operazione - Sapendo che per accordare la bobina **JAF1** sui **27 MHz** si dovrebbe applicare ai suoi capi una **capacità** di **34,7 picofarad**, ora che conosciamo il **rapporto** che deve esistere tra queste due capacità, possiamo calcolare il valore del condensatore **C2** utilizzando la formula:

C2 in pF = capacità C1 x rapporto

quindi per **C2** dobbiamo utilizzare una capacità di:

34,7 x 6,669 = 231,41 pF

Poichè i valori di **C1** e di **C2** non sono standard, scegliamo quelli più prossimi, quindi per **C1** usiamo **33 pF** e per **C2** usiamo **220 pF**.

La formula da svolgere per conoscere la capacità totale dei due condensatori **C1-C2** collegati in **serie**, è la seguente:

capacità = (C1 x C2) : (C1 + C2)

(33 x 220) : (33 + 220) = 28,69 pF

ELENCO COMPONENTI LX.5043

R1 = 68 ohm
R2 = 100 ohm
R3 = 470 ohm
R4 = 10.000 ohm
C1 = 33 pF ceramico
C2 = 220 pF ceramico
C3 = 2,2 pF ceramico
C4 = 33 pF ceramico
C5 = 220 pF ceramico
C6 = 1.000 pF ceramico
C7 = 47 pF ceramico
C8 = 100 pF ceramico
C9 = 100.000 pF ceramico
C10 = 100.000 pF ceramico
C11 = 100.000 pF ceramico
C12 = 10 microF. elettrolitico
C13 = 22 pF ceramico
C14 = 1.000 pF ceramico
C15 = 47 pF ceramico
C16 = 100 pF ceramico
C17 = 47 microF. elettrolitico
C18 = 100.000 pF poliestere
C19 = 100 pF ceramico
JAF1 = impedenza 1 microhenry
JAF2 = impedenza 1 microhenry
JAF3 = impedenza 47 microhenry
JAF4 = impedenza 1 microhenry
JAF5 = impedenza 1 microhenry
XTAL = quarzo 28 MHz
MF1 = media freq. 455 KHz (rossa)
DS1 = diodo tipo 1N.4007
DZ1 = zener 5,6 volt 1/2 watt
FT1 = fet tipo J.310
IC1 = integrato NE.602

Applicando in parallelo alla bobina **JAF1** una capacità di **28,69 pF**, questo circuito si dovrebbe sintonizzare, in via **teorica**, sulla frequenza di:

$$\text{MHz} = 159 : \sqrt{\text{picofarad x microhenry}}$$

$$159 : \sqrt{28{,}69 \text{ x } 1} = 29{,}68 \text{ MHz}$$

Dal calcolo **teorico** si ricava sempre una frequenza **più alta** rispetto a quella **reale**, perchè non vengono mai considerate le **capacità parassite** del circuito stampato, la **tolleranza** dei componenti e nemmeno quella del condensatore **C3** che provvede a trasferire il segnale dalla **JAF1** alla **JAF2**.
Possiamo comunque assicurarvi che questo filtro **passa-banda** lascerà passare le sole frequenze comprese tra i **26 MHz** e i **28 MHz**.

Proseguendo nella nostra descrizione, dopo il **filtro JAF1-C1-C2** ne troviamo un secondo, sempre accordato sui **27 MHz**, composto dall'impedenza **JAF2** e dai due condensatori **C4-C5**.
Dalla giunzione di **C4-C5** preleviamo, tramite il condensatore **C6**, un segnale a **bassa** impedenza che possiamo applicare sul terminale **S**ource del fet **FT1** perchè venga amplificato.

Il segnale amplificato che fuoriesce dal terminale **D**rain del fet viene nuovamente sintonizzato sulla frequenza **centrale** dei **27 MHz** dalla impedenza **JAF4** e dai due condensatori **C7-C8**.

Dalla giunzione dei due condensatori **C7-C8** il segnale viene trasferito sul terminale d'ingresso **1** di **IC1** per essere amplificato e **miscelato** con il segnale **RF** generato dal quarzo da **28 MHz** (**XTAL**), collegato tra il piedino **6** e la **massa**.

L'impedenza **JAF5** da **1 microhenry** collegata, tramite il condensatore **C14**, al piedino **7** di **IC1**, serve per far oscillare il **quarzo** sui **28 MHz**.

Le frequenze **CB** già **convertite** sulle **Onde Medie** vengono prelevate dai piedini **4-5** di **IC1**, pertanto a questi piedini è necessario collegare il **primario** di una bobina (vedi **MF1**) che riesce ad accordarsi sulla frequenza **centrale** di **850 KHz**.

Per allargare la **banda passante** di questa **MF1** in modo che provveda a lasciar passare tutte le frequenze comprese tra **600-1.100 KHz**, in **parallelo** al suo **primario** si deve applicare una resistenza da **10.000 ohm** (vedi **R4**).

Dal **secondario** di questa **MF1** preleviamo il segnale **convertito** e, tramite un **cavetto coassiale** schermato, lo applichiamo sulla presa **antenna** e sulla **massa** di una qualsiasi supereterodina per **Onde Medie** (vedi fig.476).

Per alimentare questo **convertitore** occorre una tensione stabilizzata compresa tra **12-15 volt**, che possiamo prelevare dal nostro alimentatore siglato **LX.5004** presentato nella **Lezione N.7**.

Il diodo **DS1** collegato in **serie** alla tensione **positiva** d'ingresso, serve per **proteggere** l'integrato e il fet nel caso, per disattenzione, collegassimo il filo **negativo** al morsetto **positivo**.

Poichè l'integrato **NE.602** va alimentato con una tensione che **non** deve mai superare i **6 volt**, provvediamo ad abbassarla sui **5,6 volt** tramite il diodo zener **DZ1** e la resistenza **R3** da **470 ohm**.

Fig.475 Sul circuito stampato LX.5043 dovete montare tutti i componenti visibili in fig.474 collocandoli come illustrato in questo disegno.

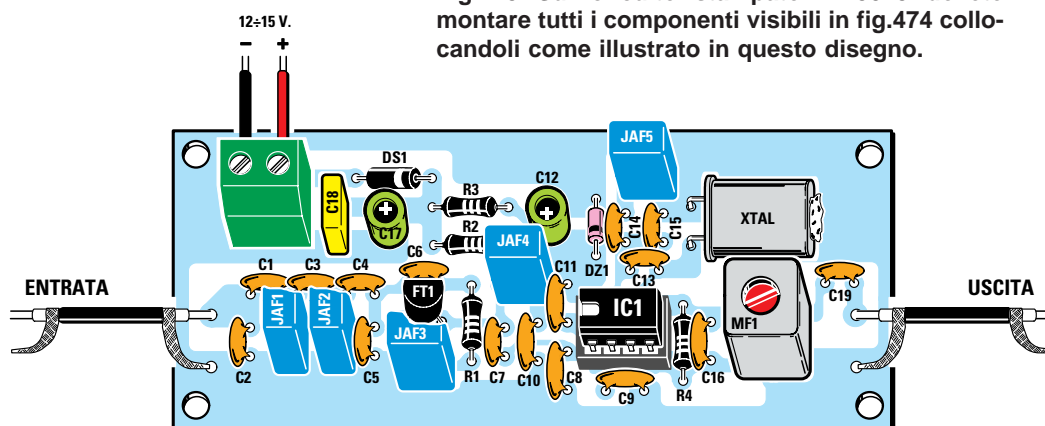
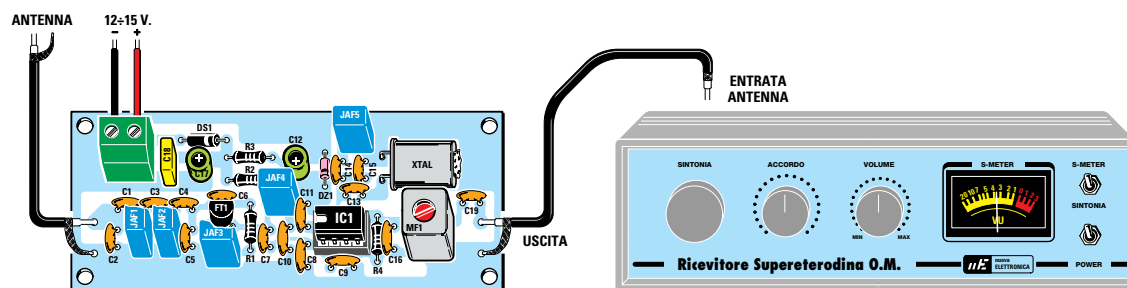



Fig.476 L'uscita del Convertitore va applicata sulle prese Antenna e Terra di una qualsiasi supereterodina per Onde Medie. Sulla presa d'ingresso del Convertitore dovete applicare un dipolo per i 27 MHz oppure un lungo filo che funga d'antenna.

REALIZZAZIONE PRATICA

Tutti i componenti riportati nello schema elettrico di fig.474 vanno montati sul circuito stampato siglato **LX.5043** e disposti come indicato in fig.475.
Anche se questo montaggio non presenta nessuna difficoltà, per evitare il rischio di un insuccesso, cercate sempre di eseguire delle saldature perfette utilizzando dello stagno **60/40**, cioè una **lega** composta dal **60%** di **stagno** e dal **40%** di **piombo** come vi abbiamo già spiegato nella **Lezione N.5**.

Iniziate il montaggio inserendo nello stampato lo **zoccolo** per l'integrato **IC1**.

Dopo aver saldato sulle piste in rame del lato opposto i suoi 8 piedini, potete inserire le **resistenze**, il **diodo** al silicio **DS1** con corpo plastico, rivolgendo verso destra il lato del suo corpo contornato da una **fascia bianca**, poi il **diodo** zener **DZ1** con corpo in vetro, rivolgendo verso l'integrato **IC1** il lato contornato da una **fascia nera** (vedi fig.475).

Proseguendo nel montaggio, saldate tutti i condensatori **ceramici** e se avete difficoltà a **decifrare** la loro capacità, rileggetevi la **Lezione N.3**.

Dopo questi condensatori potete inserire il **poliestere** siglato **C18** e i due **elettrolitici** siglati **C12-C17** rispettando la polarità **+/–** dei loro terminali.

Puntualizziamo ancora una volta che il terminale **positivo** risulta **più lungo** del terminale negativo.

Di seguito montate tutte le impedenze **JAF1- JAF2-JAF4-JAF5** da **1 microhenry** contrassegnate dal numero **1**, poi, sotto il fet **FT1**, l'impedenza **JAF3** da **47 microhenry** contrassegnata dal numero **47**.

Montate quindi il fet **FT1** tenendo distanziato il suo corpo circa **5 mm** dal circuito stampato e rivolgendo la parte **piatta** del suo corpo verso il condensatore ceramico **C6**.

Per completare il montaggio, saldate il quarzo siglato **XTAL**, la **MF1** e la **morsettiera** per entrare con la tensione di alimentazione ed innestate nel relativo zoccolo l'integrato **IC1** rivolgendo verso il fet **FT1** la tacca a **U** presente sul suo corpo.

COLLEGARLO al RICEVITORE

Il cavetto schermato collegato ai due terminali d'uscita posti sulla destra può essere sostituito anche con due fili attorcigliati, che dovete necessariamente far giungere sulla presa **antenna** e **terra** del ricevitore.

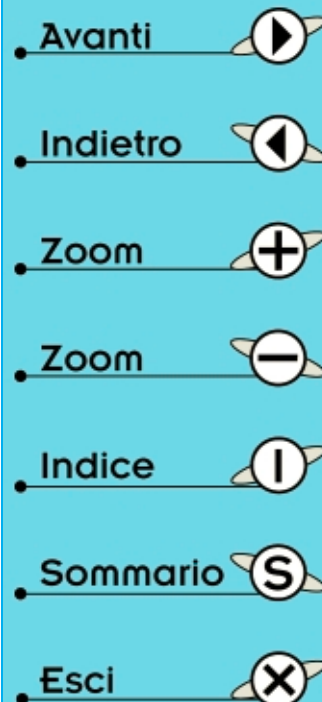
Se come antenna ricevente utilizzate un **dipolo** o uno **stilo**, fate giungere sui due terminali d'ingresso posti a sinistra il relativo cavetto coassiale.

In sostituzione dell'antenna dipolo potete utilizzare anche un lungo filo di rame collocato all'esterno della casa.

Non appena capterete un **CB** dovete ruotare il **nucleo** della **MF1** e, in questo modo, troverete una posizione che farà aumentare notevolmente la **sensibilità**.

COSTO di REALIZZAZIONE

Costo di tutti i componenti riportati in fig.475 compreso il circuito stampato
Lire 31.000 Euro 16

Costo del solo circuito stampato **LX.5043**
Lire 5.400 Euro 2,79

Come si PROGETTA un TEMPORIZZATORE con l'NE555

Le Lezioni **Imparare L'ELETTRONICA partendo da zero** vengono spesso consigliate dai Professori degli Istituti Tecnici ai propri studenti.
Uno di questi Professori ci ha chiesto di spiegare come si progetta un **temporizzatore** fornendo tutte le **formule** necessarie per calcolare la **frequenza** e i relativi **tempi** in secondi, minuti e ore; questo perché, avendo fatto costruire ai propri allievi dei **temporizzatori** con l'integrato **NE.555**, non è riuscito a comprendere come mai i **tempi** risultino sempre tutti **dimezzati**.

1° TEMPORIZZATORE

Il primo temporizzatore che riportiamo in fig.477 utilizza un integrato **timer** siglato **NE.555** (vedi **IC1**) seguito da un **divisore** siglato **4020** (vedi **IC2**).

Premendo il pulsante **P1**, forniamo tensione al temporizzatore e istantaneamente il condensatore **C7** invia un impulso positivo sul piedino **11** dell'integrato **IC2**, che provvede a **resettarlo**.

Prima che l'integrato **IC2** venga resettato, il suo piedino d'uscita **3** si trova a **livello logico 1** (vedi fig.480) mentre, nel preciso istante in cui viene resettato, tale piedino si commuta sul **livello logico 0** (vedi fig.479): di conseguenza cortocircuita a **massa** la resistenza **R5** applicata sulla **B**ase del transistor **PNP** siglato **TR1**.
Con la resistenza **R5** collegata a **massa**, il transistor, che è un **PNP**, si porta subito in conduzione, alimentando il relè collegato al suo **C**ollettore.
Con il relè **eccitato**, la tensione positiva dei **12 volt** passa attraverso i **contatti** del relè (vedi fig.479) e non più attraverso il pulsante **P1**.

Il relè si **diseccita** solo quando il piedino **3** di **IC2** si commuta sul **livello logico 1** (vedi fig.480) perchè, collegando la resistenza **R5** al **positivo** di alimentazione, il transistor **TR1**, che è un **PNP**, non potendo più condurre, **toglie** la tensione di alimentazione al relè.

Il tempo di **eccitazione** del relè dipende dal valore delle resistenze **R1-R2-R3** e dei condensatori **C1-C2** o **C3-C4** collegati ai piedini **7-2-6** dell'integrato **IC1** e dal **numero** di **divisione** dell'integrato **IC2**.

Spostando il deviatore **S1** verso i due condensatori **C1-C2** e ruotando il potenziometro **R3** da un estremo all'altro, si può tenere **eccitato** il relè da un minimo di **59 secondi** fino ad un massimo di circa **12 minuti**, mentre spostando il deviatore **S1** verso i due condensatori **C3-C4** e ruotando il potenziometro **R3** da un estremo all'altro, si può tenere **ec-**

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

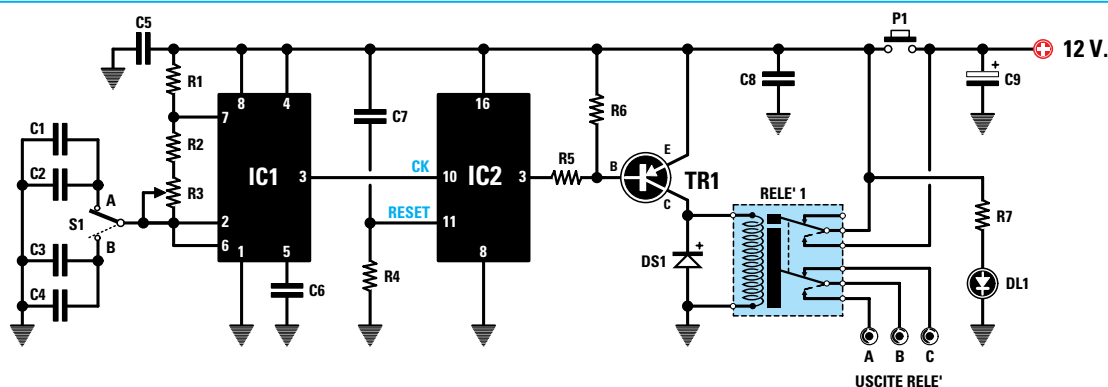



Fig.477 Schema elettrico del 1° temporizzatore. Spostando il deviatore S1 verso A, il relè rimane eccitato per un tempo minimo di 1 minuto circa fino ad un tempo massimo di circa 12 minuti. Spostando invece il deviatore S1 su B, il relè rimane eccitato per un tempo minimo di circa 10 minuti fino ad un tempo massimo di circa 2 ore.

ELENCO COMPONENTI LX.5044

R1 = 2.700 ohm	C2 = 47.000 pF poliestere	DS1 = diodo tipo 1N.4007
R2 = 39.000 ohm	C3 = 820.000 microF. poliestere	DL1 = diodo led
R3 = 470.000 ohm pot. lin.	C4 = 470.000 pF poliestere	TR1 = PNP tipo BC.327 o BC.328
R4 = 1 megaohm	C5 = 100.000 pF poliestere	IC1 = integrato tipo NE.555
R5 = 6.800 ohm	C6 = 10.000 pF poliestere	IC2 = C/Mos tipo 4020
R6 = 12.000 ohm	C7 = 100.000 pF poliestere	P1 = pulsante
R7 = 820 ohm	C8 = 100.000 pF poliestere	S1 = deviatore
C1 = 82.000 pF poliestere	C9 = 470 microF. elettrolitico	RELÈ1 = relè 12 V 2 sc.

citato il relè da un minimo di **9 minuti** e **52 secondi**, cioè da circa **10 minuti**, fino ad un massimo di **2 ore** e **5 minuti**.

PER CALCOLARE il TEMPO in secondi

La formula per calcolare il tempo di eccitazione del relè, in **secondi**, è la seguente:

secondi = (1 : Hertz) x (fattore divisione : 2)

La **frequenza** in **Hertz** è quella prelevata dal piedino **3** di **IC1**, cioè dell'integrato **NE.555**, mentre il **fattore** di **divisione** è quello dell'integrato **IC2**, cioè del **4020**.

Ammesso che l'integrato **IC1** generi una frequenza di **11 Hertz** e che l'integrato **IC2** la divida per **16.384 volte**, il relè rimarrà **eccitato** per un tempo pari a:

(1 : 11) x (16.384 : 2) = 744,72 secondi

Per conoscere a quanti **minuti** corrispondono **744,72 secondi** è necessario **dividere** questo numero per **60**, dato che **1 minuto** è composto da **60**

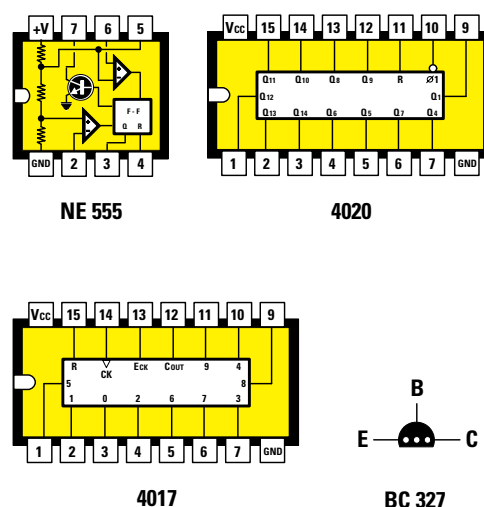



Fig.478 Connessioni degli integrati NE.555 - 4020 - 4017 viste da sopra rivolgendo verso sinistra la loro tacca di riferimento a U e connessioni del transistor PNP tipo BC.327 viste da sotto. L'integrato siglato 4017, che è un divisore x10, viene utilizzato solo nel temporizzatore di fig.484.

secondi, quindi:

744,72 : 60 = 12,41 minuti

Ora non bisogna incorrere nell'**errore** di considerare i decimali **0,41** dei **secondi**, perchè questi sono dei **centesimi** di **minuto**, pertanto per conoscere i **secondi** bisogna **moltiplicarli** per **60**:

0,41 x 60 = 24 secondi

quindi il relè rimarrà **eccitato** per un tempo **totale** di **12 minuti** e **24 secondi**.

CALCOLARE la FREQUENZA

Per calcolare il **tempo** in **secondi** dobbiamo innanzitutto conoscere la **frequenza** in **Hertz** in uscita dal piedino **3** di **IC1** e per poterla ricavare dobbiamo eseguire questa **prima** operazione:

valore RC = (R1+R2+R2+R3+R3) x (C1+C2)

Nota = nella formula vanno **raddoppiati** i valori delle sole resistenze **R2-R3** collegate tra i piedini **7** e **2-6** dell'integrato **IC1**, cioè dell'**NE.555**.

Conoscendo il **valore RC**, di seguito dovremo eseguire questa **seconda** operazione:

frequenza in Hz = 1.440 : valore RC

Nota: facciamo presente che i valori delle **resistenze** da inserire nella formula utilizzata per calcolare la **RC** devono essere espressi in **kiloohm** e quelli dei **condensatori** in **microfarad**.

Poichè nell'elenco componenti i valori delle **resistenze** sono espressi in **ohm**, per convertirli in **kiloohm** dobbiamo dividerli per **1.000**, mentre quelli dei **condensatori**, espressi in **picofarad**, per convertirli in **microfarad** dobbiamo dividerli per **1.000.000**.

Nella formula andranno perciò inseriti questi valori:

R1 = 2,7 kiloohm
R2 = 39 kiloohm
R3 = 470 kiloohm
C1 = 0,082 microfarad
C2 = 0,047 microfarad
C3 = 0,82 microfarad
C4 = 0,47 microfarad

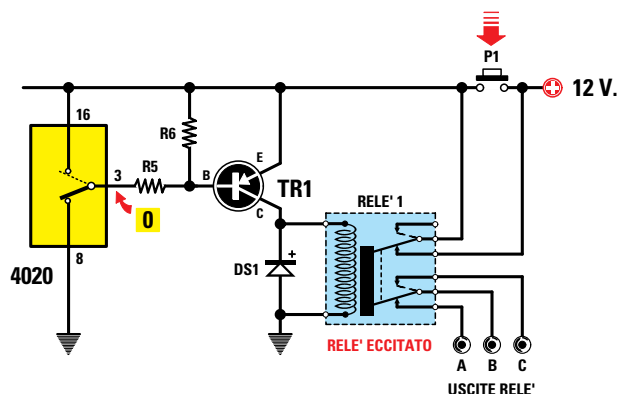
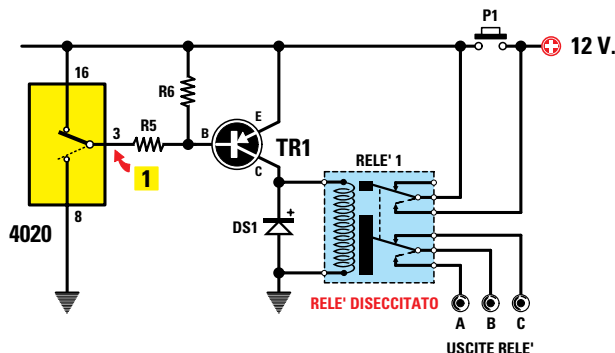



Fig.479 Premendo il pulsante P1 la tensione dei 12 volt alimenta il temporizzatore. Il piedino d'uscita 3 del 4020, che a riposo si trovava a livello logico 1, si porta a livello logico 0 cortocircuitando a massa la resistenza R5.
Il transistor TR1 che è PNP si porta in conduzione eccitando il relè.

Fig.480 Lasciando il pulsante P1, la tensione dei 12 volt tramite i contatti del relè continuerà ad alimentare il circuito. Solo quando l'integrato 4020 avrà completato il conteggio, il suo piedino d'uscita si porterà a livello logico 1 e in queste condizioni il relè si disecciterà.

CON il DEVIATORE S1 rivolto verso C1-C2

Spostando il deviatore **S1** sui due condensatori **C1-C2** e ruotando il potenziometro **R3** in modo da **cortocircuitare** tutta la sua resistenza, si ottiene un valore **RC** pari a:

(2,7 + 39 + 39) x (0,082 + 0,047) = 10,41

e con questo valore **RC** di **10,41** si ottiene una **frequenza** di:

1.440 : 10,41 = 138,32 Hertz

quindi il relè rimane **eccitato** per un **tempo** di:

(1 : 138,32) x (16.384 : 2) = 59,22 secondi

Facciamo presente che **0,22** sono dei **centesimi** di **secondo**.

Se ruotiamo il potenziometro **R3** in modo da inserire tutta sua resistenza da **470 kiloohm**, otteniamo un valore **RC** di:

(2,7+39+39+470+470) x (0,082 + 0,047) = 131,67

e con questo valore **RC** di **131,67** si ottiene una **frequenza** di:

1.440 : 131,67 = 10,93 Hertz

che provvederà a tenere **eccitato** il relè per un **tempo** pari a:

(1 : 10,93) x (16.384 : 2) = 749 secondi

che corrispondono a **12 minuti** e **29 secondi**.

CON il DEVIATORE S1 rivolto verso C3-C4

Spostando il deviatore **S1** sui due condensatori **C3-C4**, se ruotiamo il potenziometro **R3** in modo da **cortocircuitare** tutta la sua resistenza otteniamo un valore **RC** di:

(2,7 + 39 + 39) x (0,82 + 0,47) = 104,10

e con questo valore **RC** di **104,10** si ottiene una **frequenza** di:

1.440 : 104,10 = 13,83 Hertz

che provvederà a tenere **eccitato** il relè per un **tempo** di:

(1 : 13,83) x (16.384 : 2) = 592,33 secondi

che corrispondono a **9 minuti** e **52 secondi**.

Se ruotiamo il potenziometro **R3** in modo da inserire tutta la sua resistenza di **470 kiloohm** otteniamo un valore **RC** di:

(2,7+39+39+470+470) x (0,82 + 0,47) = 1.316,70

e con questa **RC** di **1.316,70** si ottiene una **frequenza** di:

1.440 : 1.316,70 = 1,09 Hertz

che provvederà a tenere **eccitato** il relè per un **tempo** di:

(1 : 1,09) x (16.384 : 2) = 7.515 secondi

che corrispondono a **7.515 : 3.600 = 2,087 ore**

Poichè il decimale **0,087** sono dei **centesimi** di **ora**, per conoscere i **minuti** dobbiamo moltiplicarli per **60**, quindi **0,087 x 60 = 5 minuti**.

L'INTEGRATO DIVISORE 4020

La **frequenza** generata dall'integrato **NE.555** viene applicata sul piedino d'ingresso **10** di **IC2**, che è un **divisore digitale** tipo **4020**.
Come riportato in tutti i manuali, sui suoi piedini d'uscita è presente la frequenza applicata sul suo ingresso **divisa** per il valore che abbiamo riportato nella **Tabella N.29**.

TABELLA N.29

piedino d'uscita	fattore divisione
piedino 9	2
piedino 7	16
piedino 5	32
piedino 4	64
piedino 6	128
piedino 13	256
piedino 12	512
piedino 14	1.024
piedino 15	2.048
piedino 1	4.096
piedino 2	8.192
piedino 3	16.384

Conoscendo il valore della **frequenza** applicata sul piedino d'ingresso **10** di **IC2**, per calcolare il **tempo** in **secondi** di eccitazione del relè sappiamo già che bisogna usare questa formula:

secondi = (1 : Hz) x (fattore divisione : 2)

Poichè preleviamo il segnale per pilotare il transi-

Fig.481 In questo disegno potete vedere come risultano disposti i piedini nel corpo dell'integrato 4020 visto da sopra.

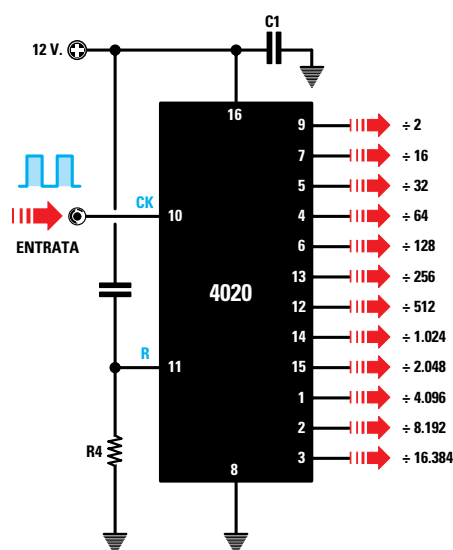
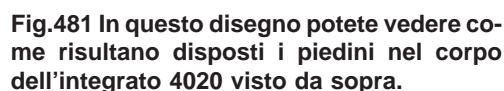



Fig.482 In questo schema elettrico abbiamo riportato sulla destra il numero dei piedini in ordine di divisione. Come si può notare, dal piedino 3 la frequenza fuoriesce divisa per 16.384, dal piedino 2 divisa per 8.192 e dal piedino 4 divisa per 64 volte.

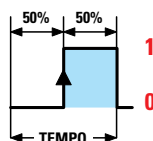



Fig.483 Il fattore di divisione dell'integrato 4020 va diviso per 2, perchè l'onda quadra che fuoriesce dai piedini d'uscita rimane per metà tempo a livello logico 0 e per metà tempo a livello logico 1. Quando, trascorso metà tempo, l'onda passa dal livello logico 0 a 1, il relè si diseccita perchè viene a mancare sulla Base del transistor TR1 la sua tensione di polarizzazione.

stor **TR1** dal piedino **3** di **IC2** che **divide** per **16.384**, inserendo nella formula questo **fattore** di **divisione** otterremo:

secondi = (1 : Hertz) x (16.384 : 2)

Noterete che il **fattore** di **divisione** dell'integrato **IC2** viene **diviso** per **2** per il semplice motivo che il transistor **TR1** rimane in conduzione solo per la prima **metà** del tempo in cui l'onda quadra si trova a **livello logico 0** (vedi fig.483); non appena questa passa a **livello logico 1** il relè si diseccita, quindi il tempo totale si **dimezza**.

Se spostiamo il deviatore **S1** sui due condensatori **C1-C2** e ruotiamo il potenziometro **R3** da un estremo all'altro, otteniamo una frequenza **minima** di **10,41 Hz** ed una **massima** di **131,67 Hz**.

Se invece spostiamo il deviatore **S1** sui due condensatori **C3-C4** e ruotiamo il potenziometro **R3** da un estremo all'altro, otteniamo una frequenza **minima** di **1,09 Hz** ed una **massima** di **13,83 Hz**.
Per completare la descrizione dell'integrato **4020** aggiungiamo che questo provvede a **dividere** la frequenza applicata sul suo ingresso solo quando il piedino **11** di **reset** è a **livello logico 0** e a questo provvede la resistenza **R4** collegata tra questo piedino e la **massa**.
Prima di iniziare un conteggio è indispensabile **azzerare** tutte le uscite del **4020**, se vogliamo che il conteggio di **divisione** riparta sempre da **zero** e questa condizione si ottiene inviando un impulso **positivo** sul piedino **11**.
Il condensatore collegato tra il piedino **11** di **IC2** e il **positivo** di alimentazione (vedi **C7** in fig.477) e il piedino **15** di **IC2**, **11** di **IC3** e il positivo di alimentazione (vedi **C6** in fig.484), provvede ad inviare questo impulso **positivo** di **reset** ogni volta che viene premuto il pulsante **P1**.

I tempi TEORICI e i tempi REALI

A montaggio completato non stupitevi se i **tempi** che avete calcolato risultano leggermente diversi, perchè dovete sempre tenere presente che le **resistenze**, compresi il **potenziometro** e anche i **condensatori**, hanno una loro **tolleranza** che modifica i **tempi** dei nostri **calcoli teorici**.

Quindi non è da escludere che su **C1-C2** il relè rimanga **eccitato** per un minimo di **58-62 secondi** anzichè di **59 secondi** o per un massimo di **11-14 minuti** anzichè di **12 minuti**.

Per correggere questi **errori** sarebbe sufficiente variare, in più o in meno, il valore delle **capacità** dei condensatori collegati al deviatore **S1**.

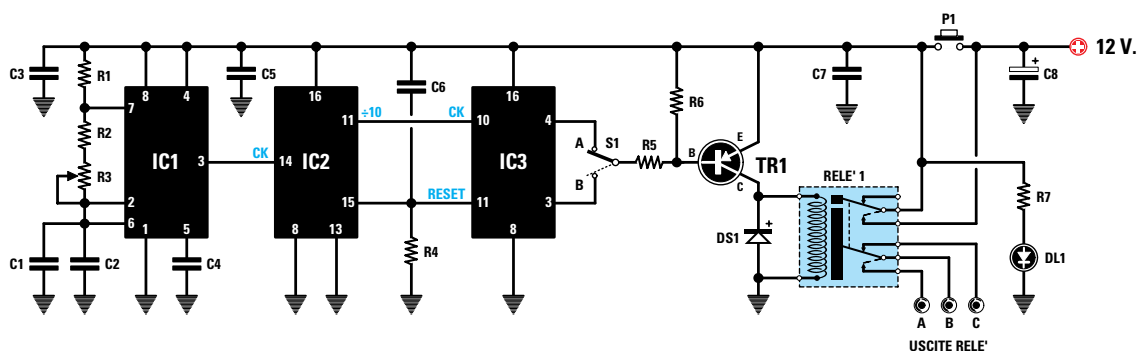



Fig.484 Schema elettrico del 2° temporizzatore. Per ottenere il tempo massimo dovete spostare il deviatore S1 su B. Spostando S1 su A il relè rimane eccitato per un tempo di 256 volte minore rispetto a B. Verificando il tempo per il quale il relè rimane eccitato sulla posizione A, potete calcolare per quanto tempo rimarrà eccitato quando sposterete questo deviatore su B, moltiplicando il tempo di A per 256 volte.

ELENCO COMPONENTI LX.5045

R1 = 2.700 ohm	C2 = 470.000 pF poliestere	DL1 = diodo led
R2 = 39.000 ohm	C3 = 100.000 pF poliestere	TR1 = PNP tipo BC.327 o BC.328
R3 = 470.000 ohm pot lin.	C4 = 10.000 pF poliestere	IC1 = integrato NE.555
R4 = 1 megaohm	C5 = 100.000 pF poliestere	IC2 = C/Mos tipo 4017
R5 = 6.800 ohm	C6 = 100.000 pF poliestere	IC3 = C/Mos tipo 4020
R6 = 12.000 ohm	C7 = 100.000 pF poliestere	P1 = pulsante
R7 = 820 ohm	C8 = 470 microF. elettrolitico	S1 = deviatore
C1 = 1 microF. poliestere	DS1 = diodo tipo 1N.4007	RELÈ1 = relè 12 V 2 sc.

2° TEMPORIZZATORE

Dato che il temporizzatore riportato in fig.477 ci permette di tenere eccitato un relè da un minimo di **1 minuto** fino ad un massimo di **2 ore**, molti di voi penseranno che, per realizzarne uno in grado di tenere eccitato il relè per un tempo maggiore di **2 ore**, sia sufficiente **aumentare** la **capacità** dei condensatori collegati al deviatore **S1**.

Per ottenere dei tempi molto **lunghi** è indispensabile utilizzare dei condensatori **elettrolitici** di elevata **capacità**, ma poichè questi hanno delle **tolleranze** che possono superare anche il **40%**, a montaggio ultimato ci ritroveremo sempre con dei **tempi** completamente "sballati".

Per evitare questi **errori**, conviene sempre utilizzare dei condensatori **poliestere** la cui **tolleranza** si aggira intorno al **5-6%** e poi **dividere** per **10** la frequenza prelevata dal piedino **3** dell'**NE.555**, prima di applicarla sul **divisore 4020**.

Come potete vedere nello schema di fig.484, la frequenza generata dall'integrato **NE.555** (vedi **IC1**) viene applicata sul piedino d'ingresso **14** di **IC2**, che è un contatore **Johnson** tipo **4017** e prelevata dal piedino d'uscita **11** divisa per **10**.

Questa frequenza viene poi applicata sul piedino d'ingresso **10** dell'integrato **4020** (vedi **IC3**) e prelevata dal piedino **3** divisa per **16.384** volte.

In questo secondo temporizzatore abbiamo collegato ai piedini **2-6** dell'integrato **NE.555** un condensatore **poliestere** da **1 microfarad** (vedi **C1**) e un secondo condensatore, sempre **poliestere**, da **0,47 microfarad** (vedi **C2**), in modo da ottenere una capacità totale **1,47 microfarad**.

Ruotando il potenziometro **R3** in modo da **cortocircuitare** tutta la sua resistenza otteniamo un valore **RC** di:

(2,7 + 39 + 39) x 1,47 = 118,629

e con questa **RC** di **118,629** sul piedino **3** di **IC1** è presente una **frequenza** di:

1.440 : 118,629 = 12,138 Hertz

Poichè l'integrato **IC2** la divide per **10**, dal suo piedino d'uscita **11** preleveremo una frequenza di:

12,138 : 10 = 1,2138 Hertz

Poichè questa frequenza viene ulteriormente divisa per **16.384** da **IC3**, il relè rimane **eccitato** per un **tempo** di:

(1 : 1,2138) x (16.384 : 2) = 6.749 secondi

Dividendo questo numero per **3.600** ricaviamo un **tempo** in **ore** di:

6.749 : 3.600 = 1,87 ore

Poichè il decimale **0,87** sono dei **centesimi** di **ora**, per conoscere a quanti **minuti** corrispondono, dobbiamo moltiplicarli per **60**:

0,87 x 60 = 52 minuti

Da questo calcolo teorico ricaviamo che il relè rimane **eccitato** per **1 ora** e **52 minuti**.

Eventuali differenze sono causate dalla **tolleranza** delle resistenze **R1-R2-R3** e dei condensatori siglati **C1-C2**.

Se ruotiamo il potenziometro **R3** in modo da inserire tutta la sua resistenza di **470 kiloohm**, otteniamo un valore **RC** di:

(2,7+39+39+470+470) x 1,47 = 1.500

e con questa **RC** di **1.500** dal piedino **3** di **IC1** si ricava una **frequenza** di:

1.440 : 1.500 = 0,96 Hertz

Poichè l'integrato **IC2** la divide per **10**, dal suo piedino **11** preleviamo una frequenza di:

0,96 : 10 = 0,096 Hertz

che provvede a tenere **eccitato** il relè per un **tempo** di ben:

(1 : 0,096) x (16.384 : 2) = 85.333 secondi

Per conoscere a quante **ore** corrispondono, dobbiamo dividere questo numero per **3.600**:

85.333 : 3.600 = 23,70 ore

Poichè il decimale **0,70** sono dei **centesimi** di **ora**, per conoscere a quanti **minuti** corrispondono dobbiamo moltiplicarli per **60**:

0,70 x 60 = 42 minuti

quindi il relè dovrebbe rimanere **eccitato** fino ad un massimo di **23 ore** e **42 minuti**.

Ruotando la manopola del potenziometro **R3** da un estremo all'altro, è possibile regolare il tempo di eccitazione del relè da un minimo di **1 ora** e **52 minuti** fino ad un massimo di **23 ore** e **42 minuti**.

Il condensatore **C6** collegato al piedino **15** di **reset** dell'integrato **4017** (vedi **IC2**) e al piedino **11** di **reset** dell'integrato **4020** (vedi **IC3**), provvede a **resettare** i due integrati ogniqualvolta viene premuto il pulsante **P1**, così che possiamo avere la certezza che il conteggio riparta sempre da **zero**.

COME controllare I TEMPI MASSIMI

Quando si realizzano dei temporizzatori in grado di mantenere **eccitato** il relè per **decine** di **ore**, il primo problema che si presenta è quello di riuscire a sapere se effettivamente il relè si **diseccita** trascorso il tempo prestabilito.

Anzichè dover aspettare **12-15-20 ore** per verificare se ciò avviene, nello schema di fig.484 abbiamo inserito il **deviatore** (vedi **S1**) che, scollegando la resistenza **R5** dal piedino **3** che la divideva per **16.384**, la collega al piedino d'uscita **4** di **IC3**, che provvede a dividerla solo per **64**.

Poichè con la resistenza **R5** collegata al piedino **3** di **IC3** il relè poteva **diseccitarsi** dopo un tempo massimo di **23,70 ore**, collegandola al piedino **4** il relè si **disecciterà** soltanto dopo:

(1 : 0,096) x (64 : 2) = 333,33 secondi

che corrispondono a:

333,33 : 60 = 5,555 minuti

Poichè il decimale **0,555** sono dei **centesimi** di **minuto**, per conoscere i **secondi** dobbiamo moltiplicarli per **60**:

0,555 x 60 = 33 secondi

pertanto il relè si **diseccita** solo dopo **5 minuti** e **33 secondi**.

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

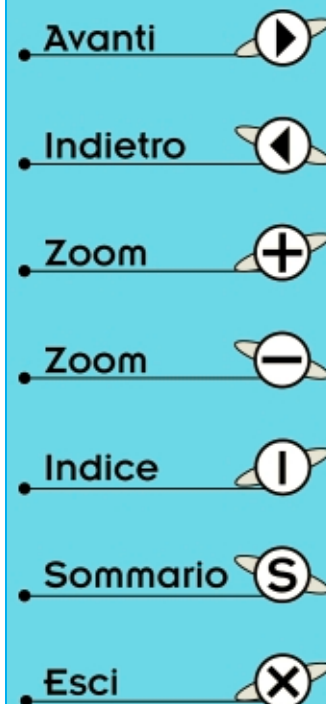
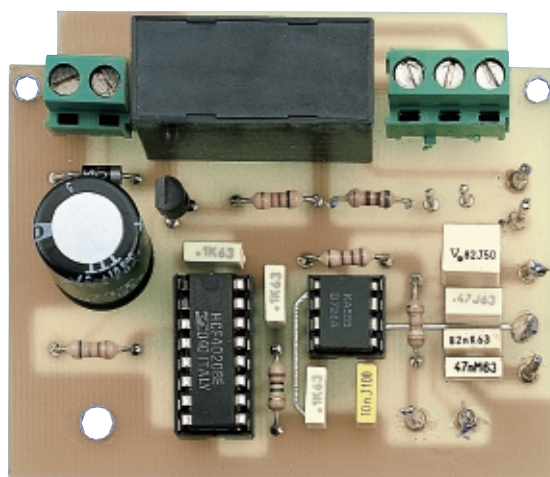
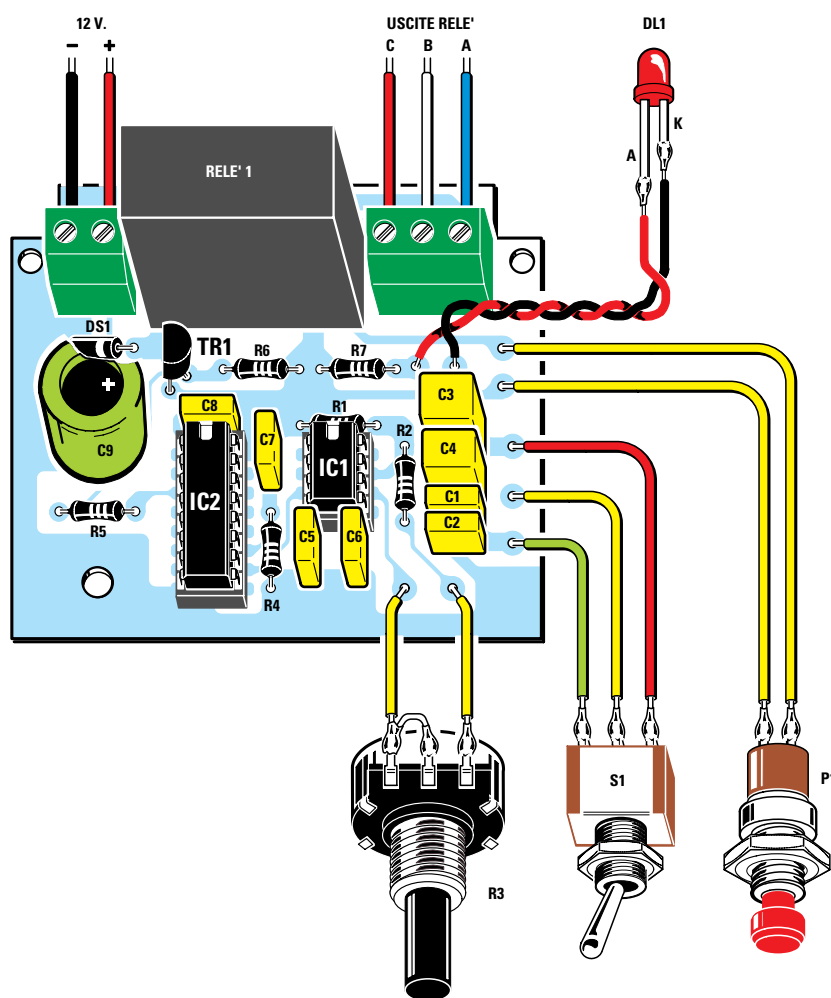



Fig.485 Il alto, lo schema pratico di cablaggio del 1° temporizzatore siglato LX.5044 il cui schema elettrico è riprodotto in fig.477. Il terminale centrale del potenziometro R3 va cortocircuitato sul terminale di sinistra.

Fig.486 Di lato, la foto del circuito stampato con sopra montati tutti i componenti. Il potenziometro R3, il deviatore S1, il pulsante P1 e il diodo led DL1 vanno fissati sul coperchio del mobile come visibile in fig.491.

Ricollegando la resistenza **R5** al piedino **3** che divide per **16.384** tramite il deviatore **S1**, possiamo conoscere dopo quanto tempo si **diseccita** il relè.

Come prima operazione calcoliamo il rapporto che esiste tra **16.384** e **64**:

16.384 : 64 = 256 rapporto

Come seconda operazione moltiplichiamo questo rapporto per il tempo **333,33 secondi**:

333,33 x 256 = 85.332 secondi

che equivalgono a **23 ore** e **42 minuti**.

Se collegando la resistenza **R5** al piedino **4** di **IC3** il relè si **diseccita** dopo **60 secondi**, collegandola al piedino **3** questo si diseccita dopo:

60 x 256 = 15.360 secondi

Fig.487 Fissate il circuito stampato sulla base del mobile per mezzo di due viti autofilettanti e di un distanziatore plastico provvisto di base autoadesiva.

Dividendo questo numero per **3.600** ricaviamo il tempo in **ore**:

15.360 : 3.600 = 4,266 ore

Moltiplicando il decimale **0,266** delle **ore** per **60**, otteniamo i **minuti**:

0,266 x 60 = 15,96 minuti

Moltiplicando il decimale **0,96** dei **minuti** per **60** otteniamo i **secondi**:

0,96 x 60 = 57 secondi

Grazie a questo calcolo ora sappiamo che il relè si **diseccita** dopo **4 ore -15 minuti - 57 secondi**.

REALIZZAZIONE PRATICA
1° Temporizzatore

Nel kit siglato **LX.5044** troverete tutti i componenti necessari per realizzare il temporizzatore riprodotto in fig.477.
Iniziate il montaggio inserendo nel circuito stampato i due **zoccoli** per gli integrati **IC1-IC2** (vedi fig.485).
Sul lato opposto del circuito stampato, saldate tutti i loro piedini sulle piste in rame.
Completata questa operazione, potete inserire le **resistenze** e, prima di saldarne i terminali, controllate i **colori** presenti sul loro corpo per non usare valori ohmici errati.

Dopo le resistenze potete montare il **diodo** al silicio **DS1**, rivolgendo verso il transistor **TR1** il lato del suo corpo contornato da una **fascia bianca**.

Proseguendo nel montaggio, inserite tutti i condensatori **poliestere** verificandone la capacità.

Vicino al diodo **DS1** innestate il condensatore elettrolitico **C9** inserendo il suo terminale **positivo** nel foro dello stampato contrassegnato da un **+**.

Il transistor **TR1** va montato tenendo il suo corpo distanziato di circa **5 mm** dal circuito stampato e rivolgendone la **parte piatta** verso l'elettrolitico **C9** come visibile in fig.485.

Per completare il montaggio, inserite il **relè**, poi la **morsettiera** a **3 poli** che fa capo ai contatti del relè e quella a **2 poli** che serve per entrare con i **12 volt** della tensione di alimentazione.

Anzichè saldare le estremità dei fili che giungono dal pulsante **P1**, dal deviatore **S1**, dal potenziometro **R3** e dal diodo led **DL1**, nei fori del circuito stampato, consigliamo di utilizzare come capifilo i

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

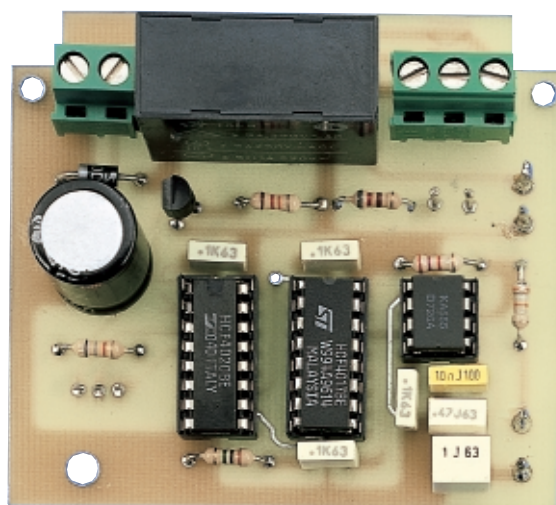
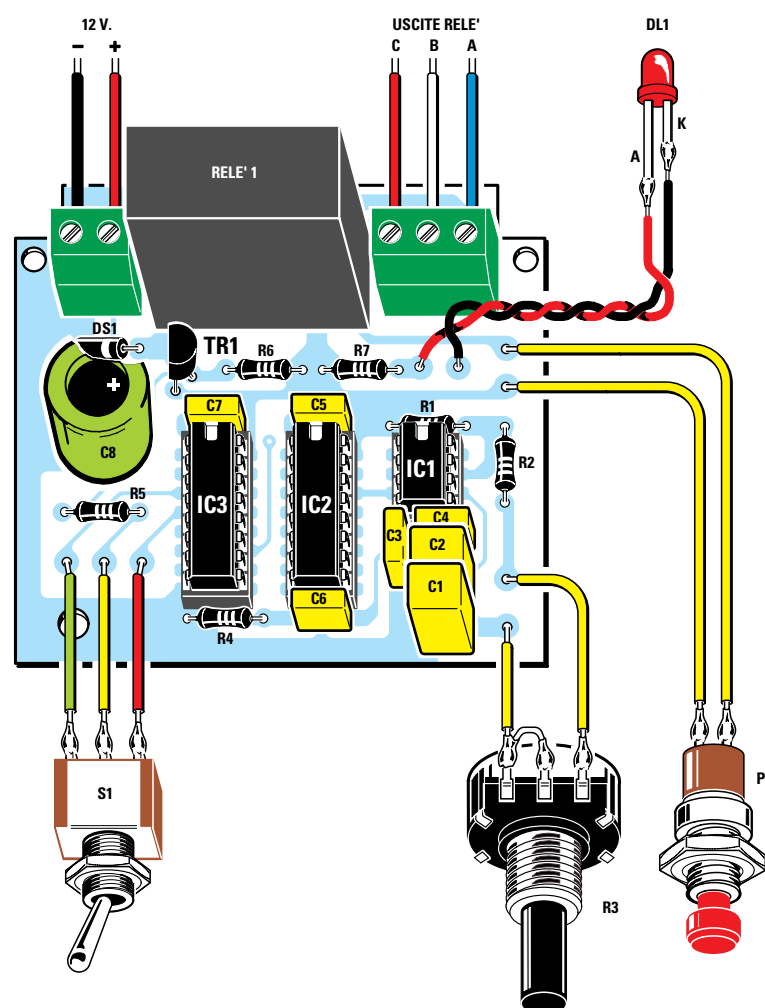



Fig.488 In alto, lo schema pratico di cablaggio del 2° temporizzatore siglato LX.5045, il cui schema elettrico è riprodotto in fig.484. Il terminale centrale del potenziometro R3 va cortocircuitato sul terminale di sinistra.

Fig.489 Di lato, la foto del circuito stampato con sopra montati tutti i componenti. Il potenziometro R3, il deviatore S1, il pulsante P1 e il diodo led DL1, vanno fissati sul coperchio del mobile come illustrato in fig. 491.

sottili chiodini che troverete nel kit.

Dopo aver inserito nei rispettivi zoccoli i due **integrati** rivolgendo verso il **relè** la loro tacca di riferimento a **U**, potete fissare sul pannello superiore del mobile (vedi fig.491) la **gemma** cromata per il diodo led e sul pannello centrale il deviatore **S1**, il pulsante **P1** e il potenziometro **R3**, del quale dovete accorciare il perno per evitare di ritrovarvi con una **manopola** troppo distanziata dal pannello.

Sul retro del mobile praticate un foro per entrare con i due fili della tensione di alimentazione e per far fuoriuscire i tre fili **C-B-A** del relè.

Dopo aver fissato il circuito stampato sul piano del mobile con due viti autofilettanti, collegate i terminali a spillo a tutti i componenti applicati sui pannelli del mobile, utilizzando dei sottili fili di rame isolato in plastica.

Fig.490 Fissate il circuito stampato sulla base del mobile per mezzo di due viti autofilettanti e di un distanziatore plastico provvisto di base autoadesiva.

Per collaudare questo temporizzatore, basta collegare il morsetto a **2 poli** ad un alimentatore in grado di fornire la tensione stabilizzata di **12 volt**, facendo attenzione a non invertire il filo **positivo** con quello **negativo**.

Premendo il pulsante **P1**, vedrete subito **accendersi** il diodo led **DL1** a conferma che il **relè** si è **eccitato**.
Trascorso il **tempo** che avrete prefissato tramite la posizione del deviatore **S1** e la rotazione della manopola posta sul potenziometro **R3**, vedrete **spegnersi** il diodo led **DL1** a conferma che il relè si è **diseccitato**.

Se sentite il relè **eccitarsi** ma **non** vedrete il diodo led accendersi, avrete sicuramente invertito i due fili sui terminali **A-K**.

REALIZZAZIONE PRATICA
2° Temporizzatore

Per realizzare il temporizzatore per **tempi lunghi** dovete richiederci il kit siglato **LX.5045**, perchè diversi sono sia il circuito stampato che la disposizione dei componenti (vedi fig.488).

Come per il precedente circuito, dovete iniziare il montaggio inserendo nello stampato gli **zoccoli** per gli integrati **IC1-IC2-C3**.
Dopo averne saldati i piedini dal lato opposto del circuito stampato, potete inserire le **resistenze**.

Montate quindi il **diodo** al silicio **DS1** rivolgendo verso il transistor **TR1** il lato del suo corpo contornato da una **fascia bianca** e i condensatori **poliestere** dopo averne verificato la capacità.

Vicino al diodo **DS1** collocate il condensatore elettrolitico **C8**, inserendo il suo terminale **positivo** nel foro contrassegnato da un **+** e, accanto a questo, il transistor **TR1** rivolgendo la **parte piatta** del suo corpo verso l'elettrolitico **C8**.

Per completare il montaggio, inserite il **relè**, poi la **morsettiera** a **3 poli** che fa capo ai contatti del relè e quella a **2 poli** utile per entrare con i **12 volt** della tensione di alimentazione.

Nei fori ai quali andrebbero collegate le estremità dei fili che giungono dal pulsante **P1**, dal deviatore **S1**, dal potenziometro **R3** e dal diodo led **DL1**, inserite i **chiodini** capifilo che troverete nel kit.

Dopo aver innestato nei rispettivi zoccoli i tre **integrati** rivolgendo la loro tacca di riferimento a **U** verso il **relè**, potete fissare nel pannello superiore del

Fig.491 Ecco come si presentano i due temporizzatori dopo aver fissato sul coperchio del mobile il potenziometro, il deviatore, il pulsante e il diodo led. I pannelli di alluminio vanno fissati sul coperchio del mobile con un po' di collante cementatutto.

mobile la **gemma** cromata per il diodo led e nel pannello centrale il deviatore **S1**, il pulsante **P1** e il potenziometro **R3**, dopo aver provveduto ad accorciarne il perno per evitare che la **manopola** sia troppo distanziata dal pannello.

Sul retro del mobile praticate un foro per entrare con i due fili della tensione di alimentazione e anche per far fuoriuscire i tre fili **C-B-A** del relè.

Dopo aver fissato il circuito stampato sul piano del mobile con due viti autofilettanti, collegatene i terminali a spillo ai componenti applicati sui pannelli del mobile, utilizzando dei sottili fili di rame isolato in plastica.

Per collaudare questo temporizzatore basta collegare il morsetto a **2 poli** ad un alimentatore in grado di fornire la tensione stabilizzata di **12 volt**, facendo attenzione a non invertire il filo **positivo** con quello **negativo**.

Premendo il pulsante **P1** vedrete subito **accendersi** il diodo led **DL1** a conferma che il **relè** si è **eccitato**.

Poichè il relè rimarrà **eccitato** per tempi **lunghissimi**, per non dover attendere delle **ore** prima che si spenga il diodo led, potete agire sul deviatore **S1** portandolo sulla posizione **A** che, come vi abbiamo spiegato, riduce il tempo totale di ben **256 volte**.

Anche nel caso di questo temporizzatore, se sentirete il relè **eccitarsi** e non vedrete **accendersi** il diodo led **DL1**, dovrete invertire i due fili sui terminali **A-K** di quest'ultimo.

CONCLUSIONE

Dopo avervi spiegato come si progetta un temporizzatore con un integrato **NE.555** e con uno o due **divisori**, ora potete divertirvi a variare le **capacità**

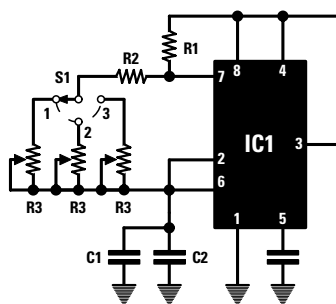



Fig.492 Se vi serve un temporizzatore con dei tempi fissi e molto precisi, potete sostituire il potenziometro R3 con dei trimmer che tarerete esattamente sul tempo richiesto. Selezionate il trimmer richiesto tramite il commutatore rotativo S1.

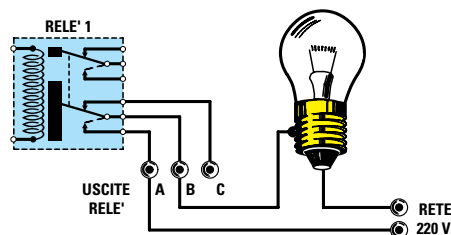



Fig.493 Anche se sul circuito stampato abbiamo inserito per l'uscita del relè una morsettiera a 3 poli, le uscite da utilizzare sono sempre quelle indicate A-B.
Quando il relè si ecciterà, i suoi contatti A-B si cortocircuiteranno internamente.

dei condensatori e poi a calcolare i **tempi** di **eccitazione** del relè.

Se poi sostituite il potenziometro **R3** da **470.000 ohm** con uno da **100.000 ohm**, riuscirete a ridurre il **solo** tempo **massimo** di **4,7 volte**, quindi la vostra **scala graduata** avrà una risoluzione maggiore, facilitando l'impostazione del temporizzatore rispetto a quella che si otterrebbe utilizzando un potenziometro da **470.000 ohm**.

Se vi servono delle temporizzazioni di elevata precisione, vi consigliamo di modificare lo schema come visibile in fig.492, collegando la resistenza **R2** al **cursore** di un commutatore rotativo (vedi **S1**), che si commuterà su dei **trimmer** di diverso valore ohmico, che potrete tarare fino ad ottenere l'**esatto** tempo desiderato.

I CONTATTI D'USCITA del RELÈ

I contatti d'utilizzo dei relè sono indicati nello schema elettrico con le lettere **A-B-C**.
Se desiderate tenere **accesi** per un tempo prefissato una lampada, un ventilatore o una radio, dovete utilizzare i due contatti **A-B** (vedi fig.493).

I due contatti **B-C** possono essere utilizzati solo per ottenere una funzione **inversa**, cioè **accendere** una lampada, un ventilatore o una radio, trascorso il tempo prefissato.

Nota = Poichè normalmente si utilizzano le due sole uscite **A-B**, potrete far uscire dal mobile solo questi due fili. Se utilizzate il relè per alimentare delle apparecchiature collegate alla tensione di rete dei **220 volt**, non lasciate mai questi fili **scoperti**, ma **isolateli** con un giro di nastro isolante per evitare di prendere una **scossa elettrica** se, inavvertitamente, li toccherete con le mani.

COSTO di REALIZZAZIONE

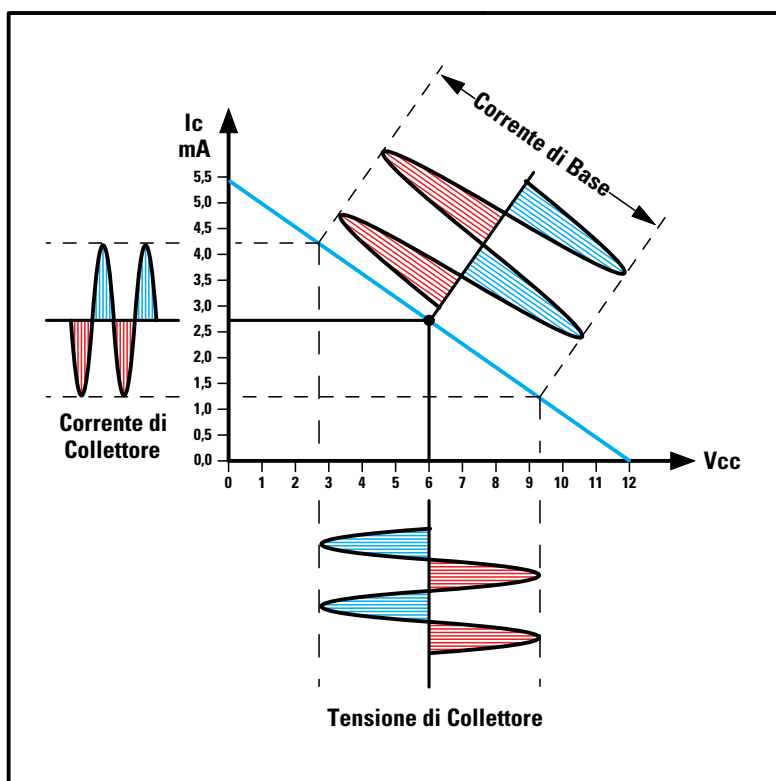
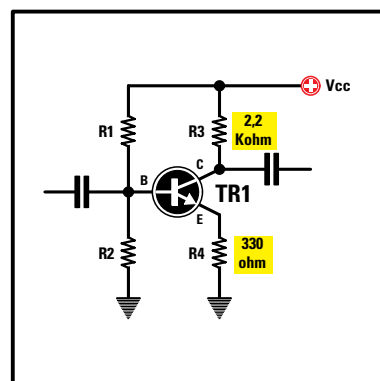
Costo di tutti i componenti necessari per la realizzazione del **1° temporizzatore** siglato **LX.5044** (vedi fig.486) completo di circuito stampato ed **escluso** il solo **mobile**
Lire 28.500 Euro 14,72

Costo del solo circuito stampato **LX.5044**
Lire 5.800 Euro 3,0

Costo di tutti i componenti necessari per la realizzazione del **2° temporizzatore** siglato **LX.5045** (vedi fig.489) completo di circuito stampato ed **escluso** il solo **mobile**
Lire 31.000 Euro 16,0

Costo del solo circuito stampato **LX.5045**
Lire 6.300 Euro 3,25

Costo del **mobile** plastico **MO 5044** (vedi fig.491) idoneo per entrambi i temporizzatori, completo di due mascherine in alluminio forate e serigrafate
Lire 16.500 Euro 8,52

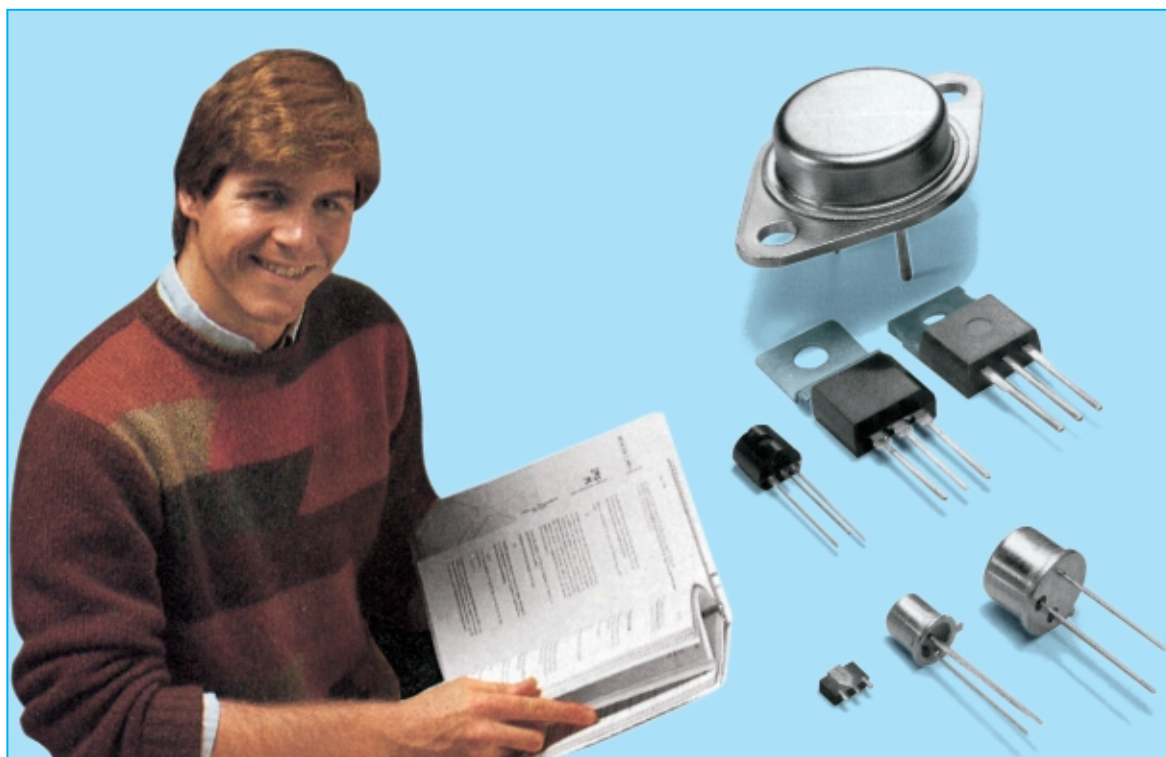
Tutti i prezzi sono già comprensivi di **IVA**.

imparare l'ELETTRONICA partendo da ZERO

Uno stadio amplificatore può essere configurato per lavorare in **classe A**, in **classe B**, in **classe AB** oppure in **classe C**: se avete cercato in qualche testo una spiegazione chiara e comprensibile delle differenze che esistono tra queste **quattro classi**, probabilmente non avrete trovato una risposta soddisfacente ai vostri molti dubbi e perplessità.

Leggendo questa **Lezione** apprenderete che, polarizzando la **B**ase di un transistor in modo da ritrovare sul suo **C**ollettore **metà** della tensione di alimentazione, questo lavora in **classe A**, mentre polarizzando la **B**ase in modo da ritrovare sul suo **C**ollettore la tensione di alimentazione **totale**, lavora in **classe B**.

La **classe B** è in grado di fornire in uscita una **potenza maggiore** rispetto alla **classe A**, ma poichè la **classe B** riesce ad amplificare una sola **semionda**, per amplificare anche l'opposta **semionda** è indispensabile utilizzare due transistor, un **NPN** e un **PNP** collegati in **serie**.

La **classe B** presenta un solo **difetto**, quello di fornire in uscita un segnale notevolmente **distorto** e di non essere di conseguenza idonea per realizzare degli amplificatori **Hi-Fi**: a questo scopo si ricorre perciò alla **classe** chiamata **AB** che risulta **esente** da distorsioni.

La quarta **classe C** si usa unicamente per realizzare degli stadi finali **RF**, perchè dall'uscita di un **solo** transistor si riesce a prelevare una **potenza elevata** anche se **distorta**.

GLI AMPLIFICATORI in CLASSE A-B-AB e C

Avrete sicuramente letto che un transistor si può far lavorare in **classe A-B-AB-C** oppure in **push-pull**, ma se avete cercato un testo che illustrasse esaurientemente le differenze esistenti tra queste classi, sarete rimasti un po' delusi dalle spiegazioni poco chiare e comprensibili che spesso vengono fornite in merito.

Per questo motivo cercheremo noi ora di farlo, iniziando a spiegarvi in che modo si può **polarizzare** la **Base** di un transistor.

POLARIZZAZIONE di BASE

Come potete vedere in fig.494 la **B**ase di un transistor **amplificatore** viene normalmente polarizzata tramite un **partitore** resistivo composto dalle resistenze **R1-R2**.

La resistenza **R1** serve per **polarizzare** la **B**ase del transistor e la resistenza **R2** per **stabilizzare** la corrente che scorre in questo **partitore**.

Scollegando questo partitore dalla **B**ase di un transistor e collegando ai capi della resistenza **R2** un **voltmetro** (vedi fig.495), rileviamo una **tensione** inversamente proporzionale al valore ohmico della **R1**, come ci conferma questa semplice formula:

volt ai capi R2 = Vcc : (R1 + R2) x R2

Vcc = tensione che alimenta la **R1**
R1-R2 = valore delle resistenze in **kiloohm**

Ammesso di alimentare questo partitore con una tensione di **12 volt**, di avere per la **R2** un valore di **3,3 kiloohm** e di voler utilizzare per la resistenza **R1** questi **6** valori:

100-82-68-56-47-39 kiloohm

per ogni diverso valore di **R1** che inseriremo in **serie** alla **R2**, leggeremo sul **voltmetro** le seguenti **tensioni** (vedi fig.495):

12 : (100 + 3,3) x 3,3 = 0,38 volt
12 : (82 + 3,3) x 3,3 = 0,46 volt
12 : (68 + 3,3) x 3,3 = 0,55 volt
12 : (56 + 3,3) x 3,3 = 0,66 volt
12 : (47 + 3,3) x 3,3 = 0,78 volt
12 : (39 + 3,3) x 3,3 = 0,93 volt

Se ricolleghiamo questo **partitore** alla **B**ase di un transistor (vedi da fig.496 a fig.501), con i tre va-

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

lori di **R1** di **100-82-68 kiloohm** leggeremo una tensione rispettivamente di **0,38-0,46-0,55 volt**, mentre con gli altri tre valori di **R1** di **56-47-39 ohm**, leggeremo **sempre** una tensione **fissa** di **0,65 volt**.

Ora vi chiederete perchè con queste ultimi tre valori della resistenza **R1**, la tensione rimanga **fissa** su **0,65 volt** pur sapendo, dai calcoli che abbiamo riportato, che dovrebbe variare da un minimo di **0,66 volt** fino ad un massimo di **0,93 volt**.

A tal proposito, iniziamo col dirvi che la **giunzione** **B**ase/**E**mettitore di un transistor si comporta come un **diodo** al **silicio** con l'**anodo** rivolto verso il terminale **B**ase e il **catodo** rivolto verso il terminale **E**mettitore (vedi fig.502).

Ora dovete sapere che un **diodo** al **silicio** inizia a **condurre** solo quando ai suoi capi è presente una tensione in grado di superare il suo valore di **soglia**, che si aggira intorno agli **0,65 volt**: quindi è intuitivo che, con tensioni **minori**, questo diodo **non** riesce a portarsi in **conduzione**.

Solo quando si supera il valore di **soglia** di **0,65 volt**, il **diodo** inizia a **condurre** assorbendo corrente tramite la resistenza **R1**.

Indipendentemente dalla **corrente** che scorre nella resistenza **R1**, tra il terminale **B**ase e l'**E**mettitore è sempre presente una tensione di **0,65 volt**.

Per sapere quanta **corrente** occorre far scorrere nella resistenza **R2** per riuscire ad ottenere ai suoi capi una tensione di **0,65 volt**, possiamo servirci della seguente formula:

mA su R2 = Vbe : R2 in kiloohm

Sapendo che la **Vbe** (significa **V**olt **b**ase **e**mettitore) è di **0,65 volt** e che la resistenza **R2** ha un valore di **3,3 kiloohm**, in quest'ultima dovremo far scorrere una corrente **non inferiore** a:

0,65 : 3,3 = 0,196969 mA

numero che potremo arrotondare a **0,197 mA**.

Ammesso di alimentare il **partitore R1-R2** con una tensione di **12 volt** e di voler usare per la resistenza **R1** questi **6** valori:

100-82-68-56-47-39 kiloohm

nella resistenza **R2** scorrerà una **corrente** che **aumenterà** via via che **ridurremo** il valore **ohmico**

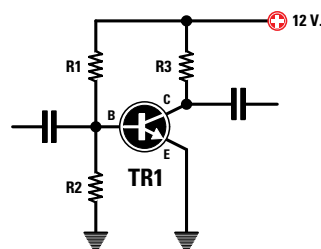



Fig.494 Le resistenze R1-R2 collegate alla Base di un transistor servono per poterlo fare lavorare in "classe A".

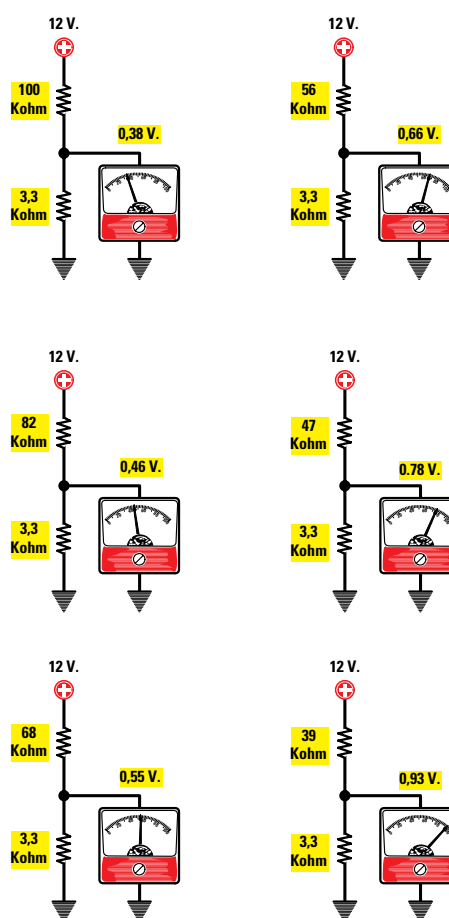



Fig.495 Se scolleghiamo queste resistenze dalla Base del transistor e sulla loro giunzione applichiamo un tester, rileveremo una tensione che risulterà inversamente proporzionale al valore della R1.
Tenendo fisso il valore della R2 e variando il valore della R1, sul tester leggeremo le tensioni indicate nei disegni.

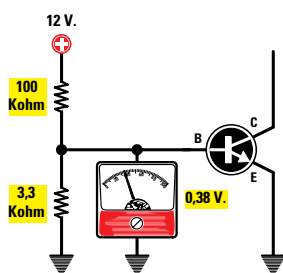



Fig.496 Collegando sulla Base di un transistor una resistenza R1 da 100 kiloohm e una resistenza R2 da 3,3 kiloohm, sul tester leggeremo una tensione di 0,38 volt.

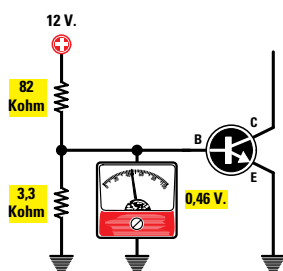



Fig.497 Collegando sulla Base di un transistor una resistenza R1 da 82 kiloohm e una resistenza R2 da 3,3 kiloohm, sul tester leggeremo una tensione di 0,46 volt.

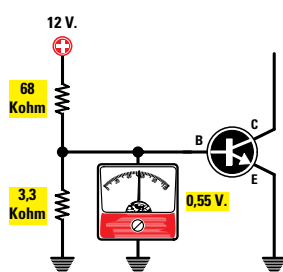



Fig.498 Collegando sulla Base di un transistor una resistenza R1 da 68 kiloohm e una resistenza R2 da 3,3 kiloohm, sul tester leggeremo una tensione di 0,55 volt.

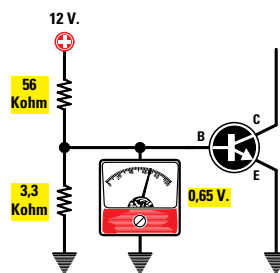



Fig.499 Collegando sulla Base di un transistor una resistenza R1 da 56 kiloohm e una resistenza R2 da 3,3 kiloohm, sul tester leggeremo 0,65 volt e non 0,66 volt.

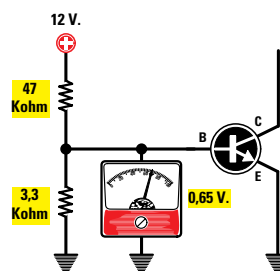



Fig.500 Collegando sulla Base di un transistor una resistenza R1 da 47 kiloohm e una resistenza R2 da 3,3 kiloohm, sul tester leggeremo 0,65 volt e non 0,78 volt.

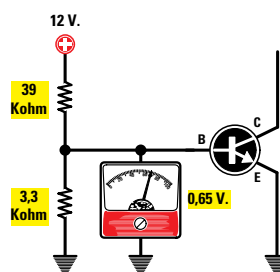



Fig.501 Collegando sulla Base di un transistor una resistenza R1 da 39 kiloohm e una resistenza R2 da 3,3 kiloohm, sul tester leggeremo 0,65 volt e non 0,93 volt.

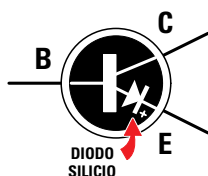



Fig.502 Con i valori di 56-47-39 kiloohm, la tensione rimane fissa su 0,65 volt perchè la giunzione Base/Emettitore di un transistor si comporta come se al suo interno fosse presente un diodo al silicio e poichè questo inizia a condurre quando si superano gli 0,65 volt, anche se il partitore R1-R2 fornisce più tensione questa si stabilizzerà su 0,65 volt.

della **R1** come ci conferma la formula:

mA = (Vcc – 0,65) : R1 in kiloohm

Quindi con i valori **ohmici** che abbiamo prescelto otterremo le seguenti **correnti**:

(12 – 0,65) : 100 = 0,113 mA
(12 – 0,65) : 82 = 0,138 mA
(12 – 0,65) : 68 = 0,166 mA
(12 – 0,65) : 56 = 0,202 mA
(12 – 0,65) : 47 = 0,241 mA
(12 – 0,65) : 39 = 0,291 mA

Come noterete, con le tre resistenze da **100-82-68 kiloohm** si ottiene una corrente **minore** di **0,197 mA**, quindi ai capi della **R2** non sono mai presenti gli **0,65 volt** necessari per portare in **conduzione** il transistor.

Solo con le tre resistenze da **56-47-39 kiloohm** si ottiene una corrente **maggiore** di **0,197 mA**, quindi ai capi della resistenza **R2** è presente la tensione di **0,65 volt** necessaria per portare il transistor in **conduzione**.

Sapendo che il transistor inizia a **condurre** solo quando in questo **partitore resistivo** scorre una corrente **maggiore** di **0,197 mA**, utilizzando la formula che riportiamo qui di seguito sapremo quanta **corrente** potremo far giungere sulla **B**ase del transistor:

corrente sulla Base = (mA di R1 – mA di R2)

Pertanto con le **6** resistenze prese in esame avremo a disposizione le seguenti correnti:

con 100 kiloohm = 0,113 – 0,197 = – 0,084 mA
con 82 kiloohm = 0,138 – 0,197 = – 0,059 mA
con 68 kiloohm = 0,166 – 0,197 = – 0,031 mA
con 56 kiloohm = 0,202 – 0,197 = + 0,005 mA
con 47 kiloohm = 0,241 – 0,197 = + 0,044 mA
con 39 kiloohm = 0,291 – 0,197 = + 0,094 mA

Poichè con i primi **tre** valori di resistenza si ottiene un **numero negativo**, la **B**ase **non** assorbirà nessuna **corrente** e in questa condizione si dice che il transistor si trova in **interdizione**, perchè **non** riesce a condurre.

Solo con gli ultimi **tre** valori di resistenza otteniamo un **numero positivo** e in queste condizioni il transistor inizia a **condurre**, amplificando i segnali che vengono applicati sulla sua **B**ase.

Nel nostro esempio abbiamo scelto per la **R2** un valore di **3,3 kiloohm**, ma in alcuni schemi potre-

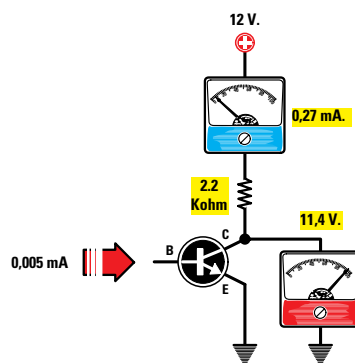



Fig.503 Se nella Base di un transistor con "hfe" di 55 scorre una corrente di 0,005 mA, sul suo Collettore scorrerà una corrente di 0,27 mA e in tali condizioni sul Collettore rileveremo una tensione di 11,4 V, quasi identica alla Vcc di alimentazione.

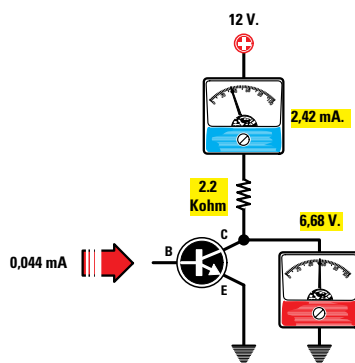



Fig.504 Se nella Base scorre una corrente di 0,044 mA, la corrente di Collettore salirà da 0,27 mA a 2,42 mA e in queste condizioni sul Collettore rileveremo una tensione di 6,68 volt, pari quasi alla metà della tensione di alimentazione.

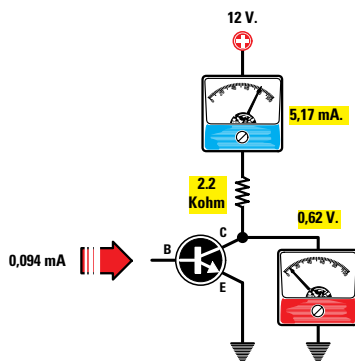



Fig.505 Se nella Base scorre una corrente di 0,094 mA, la corrente di Collettore aumenterà da 0,27 mA a 5,17 mA e in queste condizioni sul Collettore leggeremo una tensione di 0,62 volt, cioè il minimo valore della tensione di alimentazione.

ste trovare dei valori completamente diversi, compreso quello della resistenza **R1**.
I valori utilizzati per le resistenze **R1** e **R2** permettono sempre di ottenere ai capi della **R2** una tensione **fissa** di **0,65 volt**.

LA CORRENTE di COLLETTORE

Poichè un transistor amplifica un segnale in **corrente**, più ne scorre nella sua **B**ase più ne scorre nel **C**ollettore.
La **corrente** che scorre nel **C**ollettore si ricava moltiplicando la **corrente** di **B**ase per la **hfe** del transistor, cioè per il suo **guadagno** in **corrente** come ci conferma la formula:

mA Collettore = (corrente Base x hfe)

Quindi se abbiamo un transistor con una **hfe** di **55**, (pari ad un guadagno in corrente di **55 volte**) e sulla **B**ase applichiamo le **correnti** fornite dalle resistenze da **56-47-39 kiloohm**, nel suo **C**ollettore scorreranno le seguenti correnti (vedi da fig.503 a fig.505):

(R1 da **56 kiloohm)** **0,005 x 55 = 0,27 mA**
(R1 da **47 kiloohm)** **0,044 x 55 = 2,42 mA**
(R1 da **39 kiloohm)** **0,094 x 55 = 5,17 mA**

Più **corrente** scorre nel **C**ollettore più aumenta la **caduta** di **tensione** ai capi della resistenza **R3** e di conseguenza meno **tensione** è presente sul **C**ollettore come ci conferma la formula:

volt Collettore = Vcc – (R3 kiloohm x mA)

Quindi se il transistor risulta alimentato con una tensione di **12 volt** e nel **C**ollettore abbiamo inserito una resistenza **R3** da **2,2 kiloohm**, rileveremo queste tensioni:

12 – (2,2 x 0,27) = 11,4 volt
12 – (2,2 x 2,42) = 6,68 volt
12 – (2,2 x 5,17) = 0,62 volt

Come potete notare, quando nel **C**ollettore scorre una corrente di **0,27 mA** (vedi fig.503), su questo terminale rileviamo una tensione di **11,4 volt**, quando scorre una corrente di **2,42 mA** (vedi fig.504) su questo terminale rileviamo una tensione di **6,68 volt**, mentre quando scorre una corrente di **5,17 volt** rileviamo una tensione di soli **0,62 volt** (vedi fig.505).

GRAFICO di un TRANSISTOR

Per conoscere la **corrente** minima e massima che è possibile applicare sulla **B**ase di un transistor in

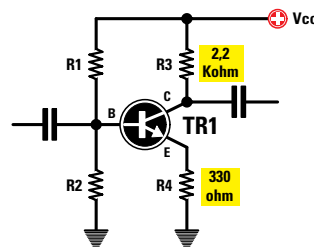



Fig.506 Collegando sull'Emettitore del transistor una resistenza (vedi R4) è possibile prefissarne il guadagno come ci conferma la formula Guadagno = R3 : R4.

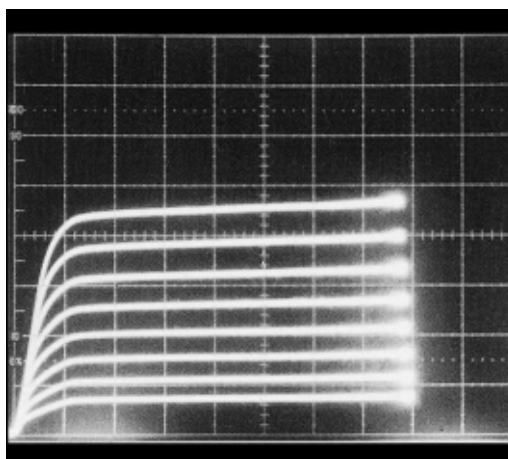



Fig.507 Lo strumento chiamato Tracciacurve permette di vedere di quanto può variare la corrente di Collettore variando la corrente che applicheremo sulla Base.

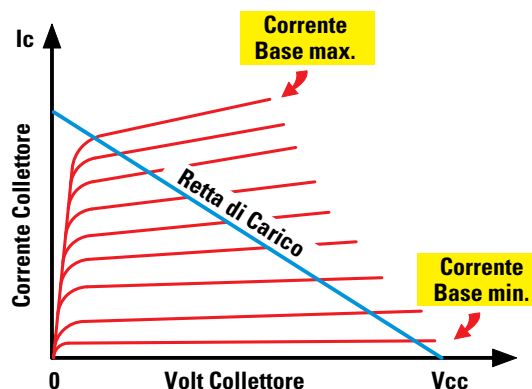
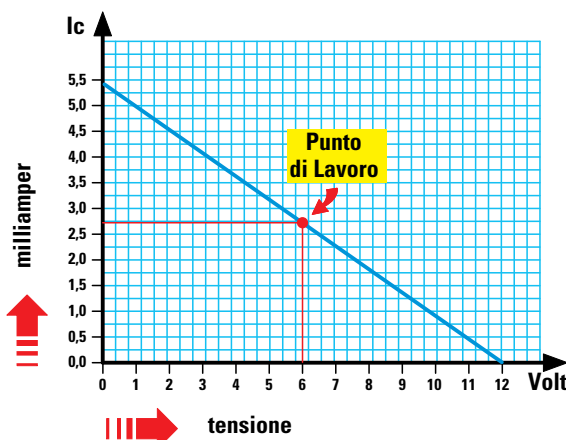



Fig.508 Dal grafico di un Tracciacurve potremo ricavare la "retta di carico" che, partendo dai volt massimi di alimentazione, raggiungerà la corrente massima che il transistor è in grado di erogare.

Zoom

Fig.509 Non disponendo di un Tracciacurve è possibile ricavare la “retta di carico” inserendo nella linea orizzontale il valore della max tensione di alimentazione e nella linea verticale la massima corrente che possiamo far scorrere nel Collettore del transistor. Spostando il punto di lavoro sulla retta di carico il transistor lavorerà in classe A-B-AB o C.

rapporto alla sua **hfe** si usa comunemente uno strumento di misura chiamato **tracciacurve**, che permette di vedere sullo schermo di un oscilloscopio di quanto **aumenta** la **corrente** sul **C**ollettore variando la corrente di **B**ase (vedi fig.507).

Riferendosi a queste **curve** si può tracciare una linea in **diagonale** (vedi fig.508) chiamata **retta** di **carico** la quale, partendo dalla **Vcc** posta sull’asse **orizzontale**, raggiunga sull’asse **verticale** il punto corrispondente alla **massima** corrente che può scorrere nel **C**ollettore.

Per ricavare il valore della **corrente massima** possiamo utilizzare la formula:

corrente massima = Vcc : R3 in kiloohm

Poichè nel nostro esempio abbiamo utilizzato una **R3** da **2,2 kiloohm**, nel **C**ollettore può scorrere una corrente **massima** di:

12 : 2,2 = 5,45 milliamper

Se in sostituzione della resistenza **R3** da **2,2 kiloohm** avessimo inserito una resistenza da **10 kiloohm**, la massima corrente che avremmo potuto far scorrere nel **C**ollettore sarebbe stata di soli:

12 : 10 = 1,2 milliamper

Variando la **corrente** sulla **B**ase del transistor possiamo spostare il **punto** di **lavoro**, cioè fare in modo che, in **assenza** di segnale, il **C**ollettore assorba più o meno **corrente**.

È proprio scegliendo il **punto** di **lavoro** su questa **retta** di **carico**, che è possibile far lavorare un transistor in **classe** A-B-AB-C.

Poichè il **tracciacurve** non è uno strumento facilmente reperibile, vi spiegheremo come si possa ugualmente tracciare una **retta** di **carico** che, anche se molto **approssimativa**, vi aiuterà a comprendere meglio le differenze intercorrenti tra le diverse **classi**.

Prendete un foglio di carta a quadretti e tracciate una linea **verticale**, inserendo il **alto** la **massima corrente** che è possibile far scorrere nel **C**ollettore prima che vada in **saturazione** (vedi fig.509).

In basso tracciate una linea **orizzontale**, indicando sull’estremità di destra la **tensione Vcc** di alimentazione del transistor.

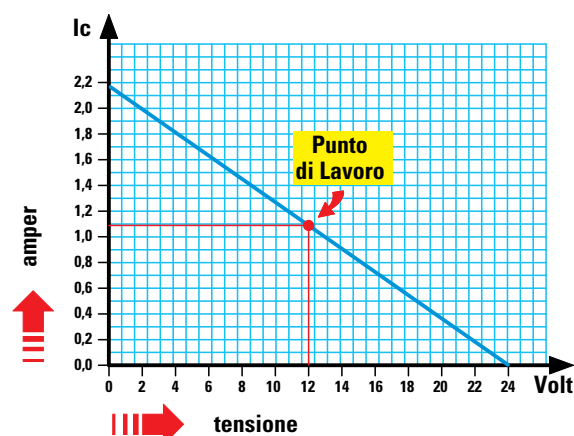
Tra questi due **punti** tracciate una linea in **diagonale** riportando su di essa le **correnti** di **B**ase: poichè però non le conoscete, è sufficiente che ricordiate che il **punto** posto in alto a **sinistra** corrisponde alla **massima** corrente che può scorrere nel **C**ollettore e il **punto** in basso a **destra**, alla **minima** corrente richiesta per portare il transistor in **conduzione**.

Conoscendo il valore della **tensione Vcc** potete calcolare la corrente **massima** che è possibile far scorrere nel **C**ollettore utilizzando la formula:

corrente massima = Vcc : R3 in kiloohm

Poichè in questo esempio per la resistenza **R3** è stato utilizzato un valore di **2,2 kiloohm** e come tensione di alimentazione un valore di **12 volt**, potrete far scorrere una corrente **massima** di:

12 : 2,2 = 5,45 milliamper

**Fig.510 Se abbiamo un transistor di potenza, nella linea verticale riporteremo la corrente massima che potremo far scorrere nel Collettore e nella linea orizzontale il valore della massima tensione di alimentazione.
Unendo con una linea questi due punti ricaveremo la "retta di carico" di questo transistor.**

Inserite quindi questo valore di corrente nella parte superiore della **linea verticale** (vedi fig.509).

Se in uno schema risultasse inserita una resistenza **R3** da **8,2 kiloohm**, la massima corrente che potrebbe scorrere nel **C**ollettore sarebbe di:

12 : 8,2 = 1,46 milliamper

numero da inserire nella **linea verticale** in sostituzione di **5,45**.

Il grafico riportato in fig.509 si riferisce al transistor preso come esempio, quindi se avete un diverso transistor oppure uno di **media** o **alta potenza** nel cui **C**ollettore può scorrere una corrente anche di **1** o **2 amper**, dovrete disegnare un nuovo grafico inserendo nella linea **verticale** i valori della **corrente** massima di **C**ollettore (vedi fig.510).

Quando il transistor **non** conduce, poichè nel **C**ollettore **non** scorre nessuna **corrente**, rileverete la massima **tensione** positiva, quando invece il transistor **inizia** a condurre, la corrente di **C**ollettore **aumenta** proporzionalmente al valore della corrente che applicherete sulla **B**ase.

Più **corrente** scorre nella resistenza **R3**, più **diminuisce** la **tensione** nel **C**ollettore e quando questa raggiunge un valore prossimo a **0 volt** si dice che il transistor è in **saturazione**, perchè anche **aumentando** la corrente di **B**ase non sarà possibile far assorbire al **C**ollettore una corrente **maggiore**.

un TRANSISTOR in classe A

Per far lavorare un transistor in **classe A** occorre polarizzare la **B**ase in modo che nel **C**ollettore scorra la **metà** della sua corrente **massima** che, nel nostro esempio, sarebbe di **2,72 mA**.

In queste condizioni tra il terminale **C**ollettore e l'**E**mettitore sarà presente una tensione di **6 volt**, pari alla **metà** della **Vcc** (vedi fig.511), che viene sempre indicata **Vce** (**v**olt **c**ollettore/**e**mettitore).

Se ora applichiamo un segnale **alternato** sulla **B**ase del transistor quando la sua **semionda positiva** raggiunge la **massima** ampiezza, il transistor assorbirà **più corrente** e di conseguenza la **tensione** sul **C**ollettore scenderà verso gli **0 volt**.

Quando la **semionda negativa** raggiungerà la sua **massima** ampiezza, il transistor assorbirà **meno corrente** e di conseguenza la **tensione** sul **C**ollettore salirà verso i **12 volt** (vedi fig.511).

Guardando il grafico di fig.512 riuscirete a comprendere molto più facilmente come variano la **tensione** e la **corrente** sul **C**ollettore quando il transistor amplifica un segnale **alternato**.

Osservando il grafico di fig.511 potete notare tutte le variazioni di **tensione** e **corrente** del transistor: vi facciamo comunque presente che se pensate di riuscire a rilevare queste variazioni inserendo in questo stadio un **amperometro**, rimarrete delusi perchè quest'ultimo indicherà sempre il **valore medio** di assorbimento.
Infatti, le variazioni d'ampiezza tra il massimo positivo e il massimo negativo sono così **veloci** che la lancetta dello strumento non riesce a seguirle.

Solo se avete a disposizione un **oscilloscopio** vedrete sullo schermo le due semionde **salire** e **scendere**.

Il segnale applicato sulla **B**ase viene prelevato dal **C**ollettore **sfasato** di **180°**, perchè la **semionda positiva** partendo da un minimo di **6 volt** scende verso gli **0 volt** e la **semionda negativa** partendo da un minimo di **6 volt** sale verso i **12 volt**.

In precedenza abbiamo precisato che per far lavorare un transistor in **classe A** bisogna polarizzare la sua **B**ase in modo che sul **C**ollettore risulti presente **metà** della **tensione** di alimentazione.
Aggiungiamo ora che questo valore di tensione **non** è assolutamente critico, quindi una piccola differenza in più o in meno non modifica il funzionamento.

Se sul **C**ollettore risultasse presente una tensione di **7 volt** anzichè di **6 volt** (vedi fig.513), dall'uscita preleveremmo sempre un'**onda sinusoidale** e lo stesso dicasi se fosse presente una tensione di **5 volt** come risulta visibile in fig.516.

Qualche problema si potrà presentare soltanto se applicheremo sulla **B**ase dei segnali di ampiezza **elevata**, oppure se amplificheremo il segnale in modo **esagerato**.

Se sul **C**ollettore risultasse presente una tensione di **7 volt** e sull'ingresso applicassimo un segnale di ampiezza elevata, **toseremmo** tutte le **semionde superiori** come visibile in fig.515.

Se sul **C**ollettore risultasse presente una tensione di **5 volt** e sull'ingresso applicassimo sempre un segnale di ampiezza elevata, **toseremmo** tutte le **semionde inferiori** come visibile in fig.518.

Il **massimo** segnale in **volt** che potremo applicare sulla **B**ase del transistor per evitare di **tosarlo** lo ricaviamo con la formula:

volt ingresso Base = (Vcc x 0,8) : guadagno

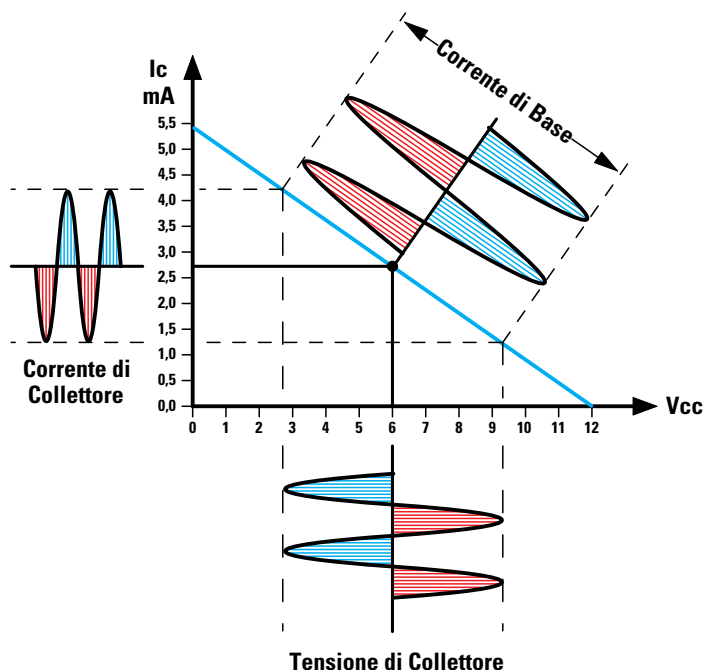



Fig.511 Per far lavorare un transistor in "classe A" dovremo polarizzare la sua Base in modo che, in assenza di segnale, sul Collettore risulti presente metà tensione di alimentazione.
Quando sulla Base applicheremo un segnale alternato, in presenza delle semionde Negative il transistor assorbirà meno corrente e in presenza delle semionde Positive assorbirà più corrente.

Fig.512 In questo grafico è evidenziato come la semionda positiva applicata sulla Base fa scendere la tensione sul Collettore da 6 volt verso gli 0 volt, mentre la semionda negativa la fa salire da 6 volt verso i 12 volt.

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

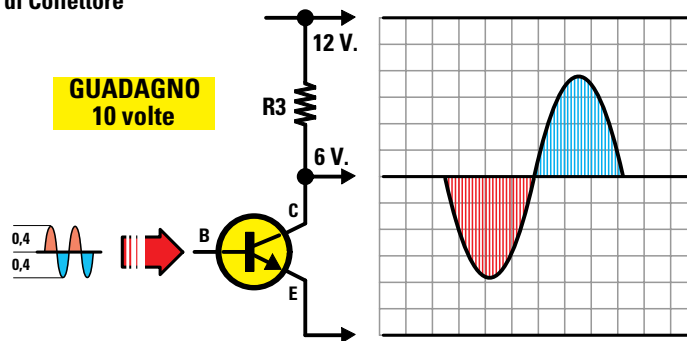
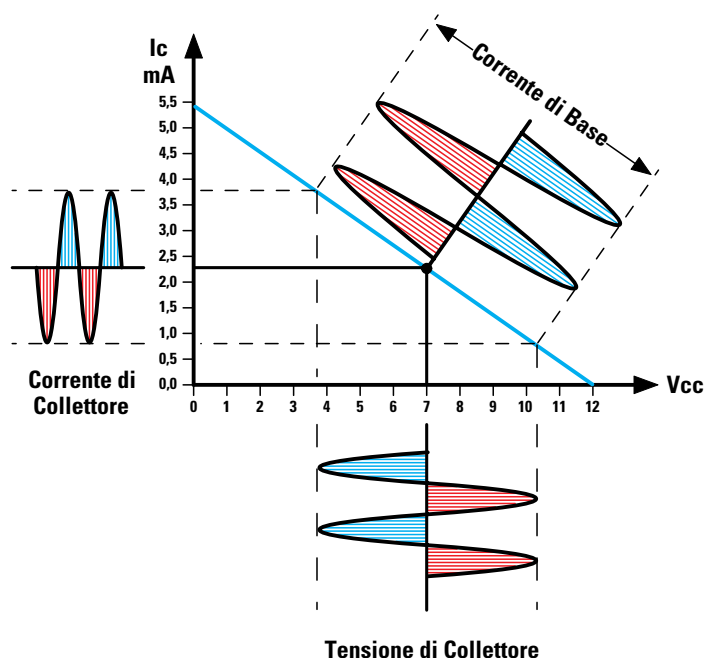



Fig.513 Il valore della metà tensione di alimentazione non è critico, quindi anche se risultasse presente una tensione di 7 volt, noteremo che il segnale applicato sulla Base non fuoriuscirà dalla sua retta di carico.

Fig.514 Spostando il punto di lavoro in modo da ritrovarsi sul Collettore una tensione di 7 volt, anzichè di 6 volt, la sinusoide che amplificheremo non fuoriuscirà dai suoi limiti di 12 volt e di 0 volt.

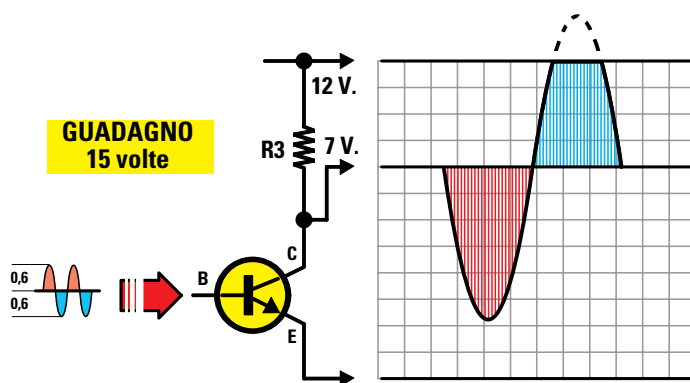
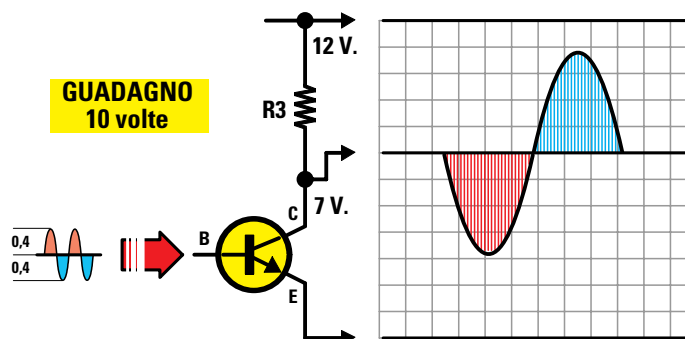



Fig.515 Soltanto aumentando il Guadagno del transistor parte del segnale verrà tosata ed otterremo così un segnale distorto. Per evitare questa distorsione è sufficiente ridurre il guadagno o l'ampiezza del segnale che entra nella Base.

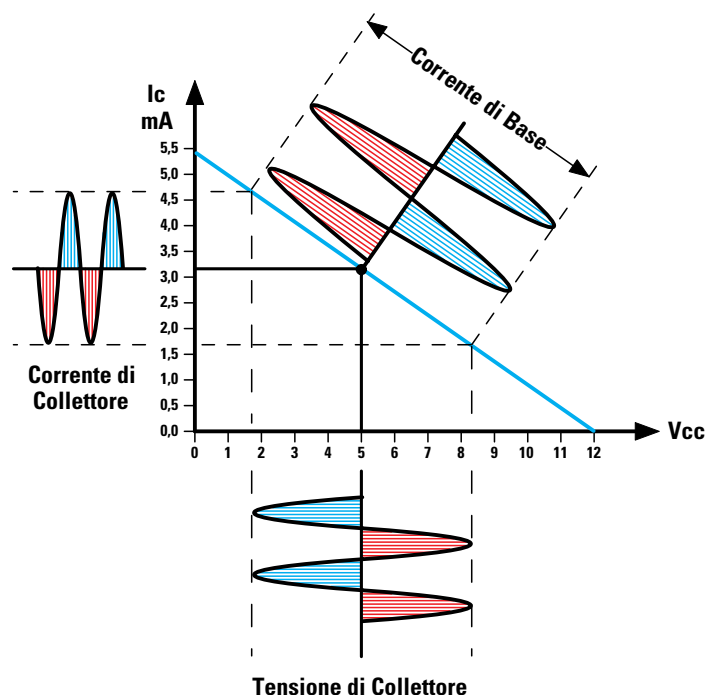



Fig.516 Se sul Collettore anzichè essere presente una tensione di 6 volt risultasse presente una tensione di soli 5 volt, noteremmo che anche in tal caso il segnale applicato sulla Base non fuoriuscirà mai dalla sua retta di carico.

Fig.517 Spostando il punto di lavoro in modo da ritrovarsi sul Collettore una tensione di 5 volt, anzichè di 6 volt, la sinusoide che amplificheremo non fuoriuscirà dai suoi limiti di 12 volt e di 0 volt.

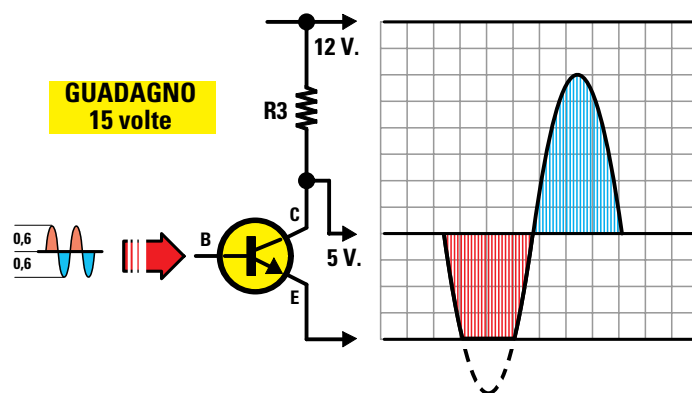
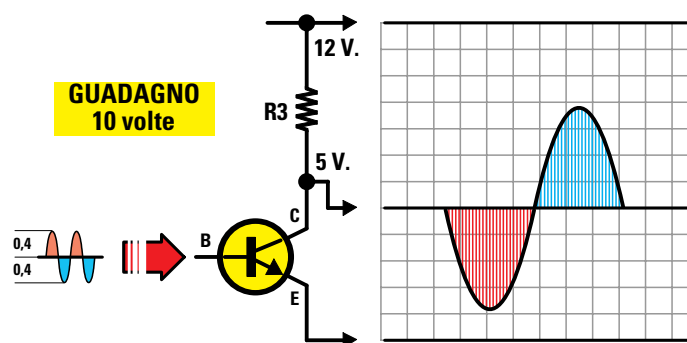



Fig.518 Soltanto aumentando il Guadagno del transistor parte del segnale verrà tosata e quindi otterremo un segnale distorto.
Per evitare questa distorsione è sufficiente ridurre il guadagno o l'ampiezza del segnale che entra nella Base.

Poichè nel nostro esempio abbiamo scelto un transistor che amplifica **55 volte** alimentato con una tensione di **12 volt**, sulla **B**ase non dovremo mai applicare dei segnali **maggiori** di:

(12 x 0,8) : 55 = 0,174 volt

Se supereremo questo valore, **toseremo** le due **estremità** della semionda e quindi in uscita otterremo un segnale **distorto**.

Alimentando il circuito con una tensione maggiore, ad esempio di **15 volt**, sulla **B**ase potremo applicare un segnale di:

(15 x 0,8) : 55 = 0,218 volt

Per amplificare dei segnali d'ampiezza **maggiore**, è necessario **ridurre** il suo guadagno e per farlo è sufficiente applicare tra l'**E**mettitore e la **massa** una **resistenza** (vedi **R4** in fig.506).

Questa **R4** permette di determinare il **guadagno** e per sapere con sufficiente **approssimazione** di quante volte verrà amplificato un segnale, potremo usare questa formula:

guadagno = R3 : R4

Ammesso che il valore della resistenza **R3** sia di **2.200 ohm** e il valore della resistenza **R4** di **330 ohm**, il transistor **amplificherà** un segnale di:

2.200 : 330 = 6,66 volte

Quindi, alimentando il transistor con una tensione di **15 volt** potremo applicare sul suo ingresso un segnale massimo di:

(15 x 0,8) : 6,66 = 1,8 volt

Nel nostro esempio abbiamo scelto per la resistenza **R3** un valore di **2.200 ohm** e per la **R4** un valore di **330 ohm**, ma se in un circuito troviamo una resistenza **R3** da **10.000 ohm** e una resistenza **R4** da **1.500 ohm**, il guadagno **non** varia:

10.000 : 1.500 = 6,66 volte

La **classe A** viene normalmente utilizzata per amplificare un segnale con una **bassissima** distorsione, perchè il transistor viene fatto lavorare a **riposo** sulla **metà** della linea diagonale della **retta** di **carico** (vedi fig.511).

L'unico svantaggio che presenta la **classe A** è quello di avere un transistor che assorbe sempre la stessa **corrente** sia in **assenza** di segnale che alla sua **massima potenza**, di conseguenza il suo corpo è obbligato a dissipare una elevata quantità di **calore**.

Per questo motivo la **classe A** non permette di ottenere in uscita da uno **stadio finale** delle **potenze** elevate, ma gli audiofili la preferiscono ugualmente per la sua **bassissima** distorsione.

un TRANSISTOR in classe B

Per far lavorare un transistor in **classe B** occorre polarizzare la sua **B**ase in modo che il suo **punto** di **lavoro** si trovi sul limite **inferiore** della sua **retta** di **carico** come visibile in fig.519.

In **assenza** di segnale, nel **C**ollettore **non** scorre nessuna **corrente** e quando sulla sua **B**ase giunge un segnale di **BF** il transistor inizia a condurre quando questo supera gli **0,65 volt** necessari per portarlo in conduzione.

Pilotando un transistor **NPN** questo riuscirà a portarsi in conduzione solo in presenza delle **semionde positive** e non delle **semionde negative**, che pertanto non verranno mai amplificate.

Pilotando un transistor **PNP** questo riuscirà a portarsi in conduzione solo in presenza delle **semionde negative** e non delle **semionde positive**, pertanto queste non verranno mai amplificate.

Sapendo che in **classe B** un transistor **NPN** è in grado di amplificare le sole **semionde positive** e un transistor **PNP** le sole **semionde negative**, per poterle amplificare **entrambe** è necessario utilizzare due transistor uno **NPN** e uno **PNP** collegati in **serie** come visibile in fig.520.

Prelevando il segnale dai due **E**mettitori dei transistor riusciamo ad ottenere l'**onda sinusoidale** completa applicata sull'ingresso.

La **classe B** presenta il vantaggio di fornire in uscita delle **potenze elevate**, anche se con una notevole **distorsione**.

Infatti, prima che la **semionda positiva** riesca a portare in conduzione il transistor **NPN** e la **semionda negativa** a portare in conduzione un transistor **PNP**, i due segnali devono superare il richiesto **livello** di **soglia** di **0,65 volt**.

Quindi quando il segnale passa dalla **semionda positiva** alla **semionda negativa** o viceversa, si ha un tempo di **pausa** nel corso del quale nessuno dei due transistor risulta in conduzione (vedi fig.520).

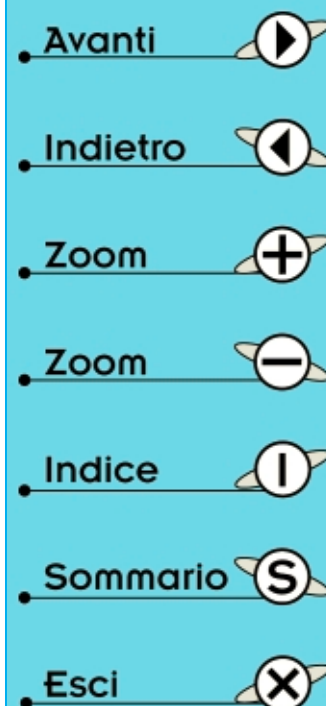
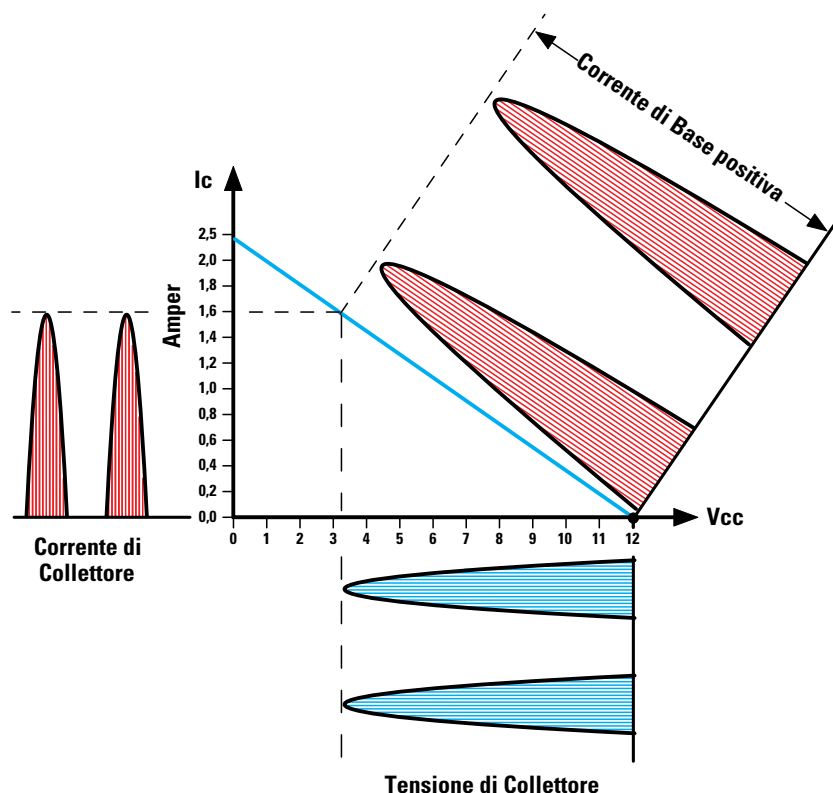
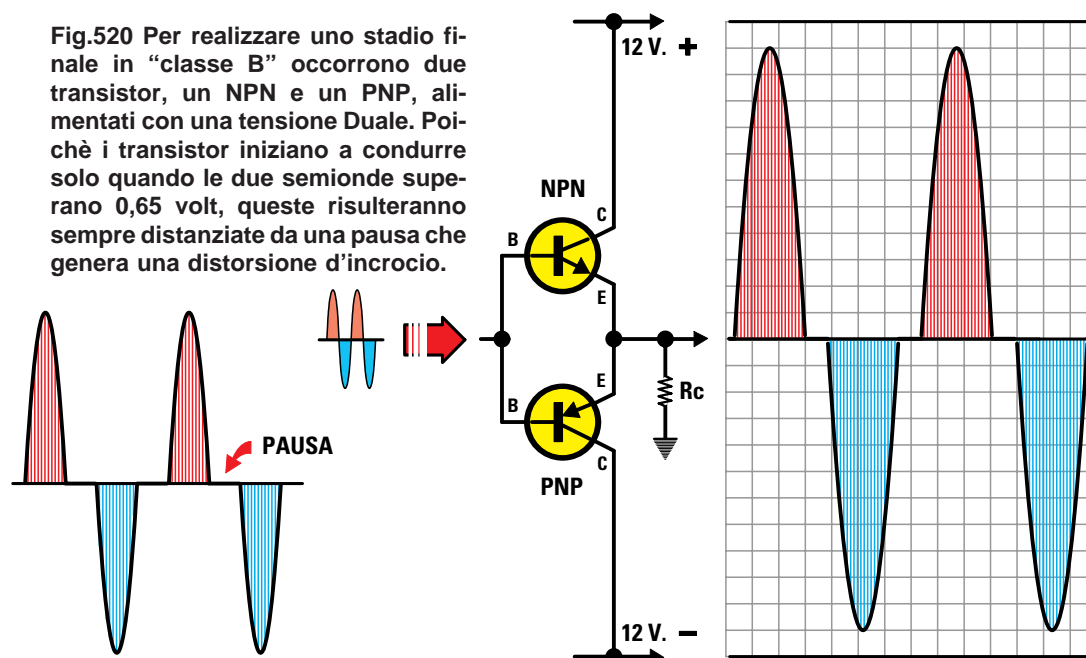



Fig.519 Se NON polarizziamo la Base di un transistor, questo lavora in "classe B", quindi in assenza di un segnale nel Collettore non scorrerà nessuna corrente, pertanto su questo terminale sarà presente la massima tensione positiva (vedi fig.503).
Applicando sulla Base di un transistor NPN un segnale sinusoidale, questo amplificherà per il suo massimo le sole semionde positive, quando queste supereranno 0,65 volt. Se il transistor è un PNP questo amplificherà le sole semionde negative. Per amplificare entrambe le semionde dovremo collegare in serie un NPN e un PNP (vedi fig. 520).

Fig.520 Per realizzare uno stadio finale in "classe B" occorrono due transistor, un NPN e un PNP, alimentati con una tensione Duale. Poichè i transistor iniziano a condurre solo quando le due semionde superano 0,65 volt, queste risulteranno sempre distanziate da una pausa che genera una distorsione d'incrocio.

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

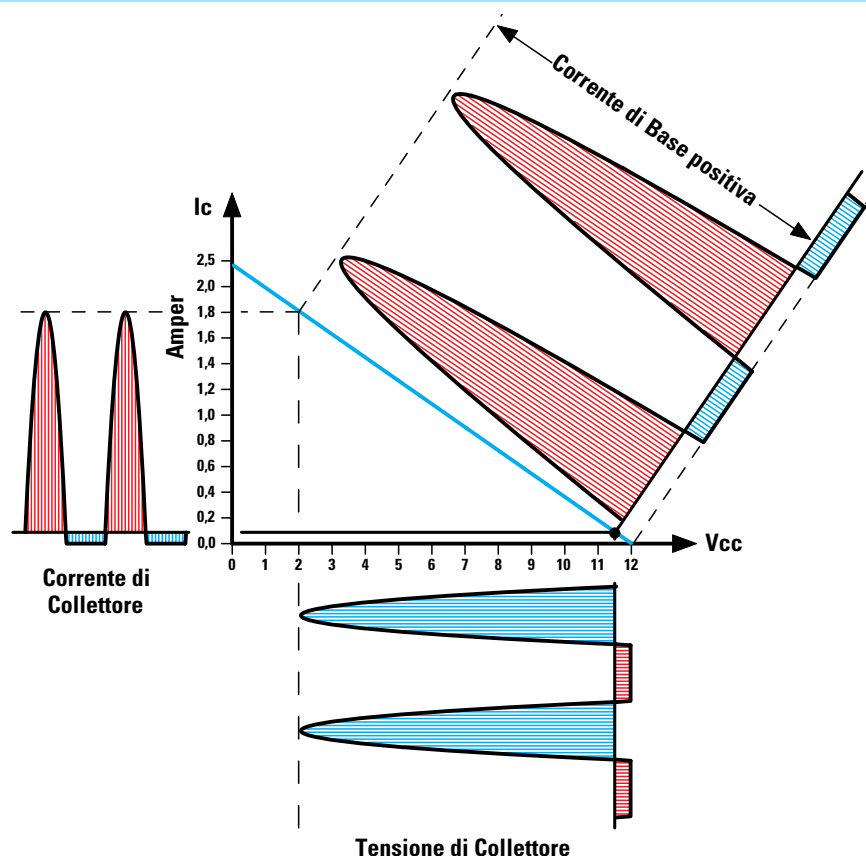
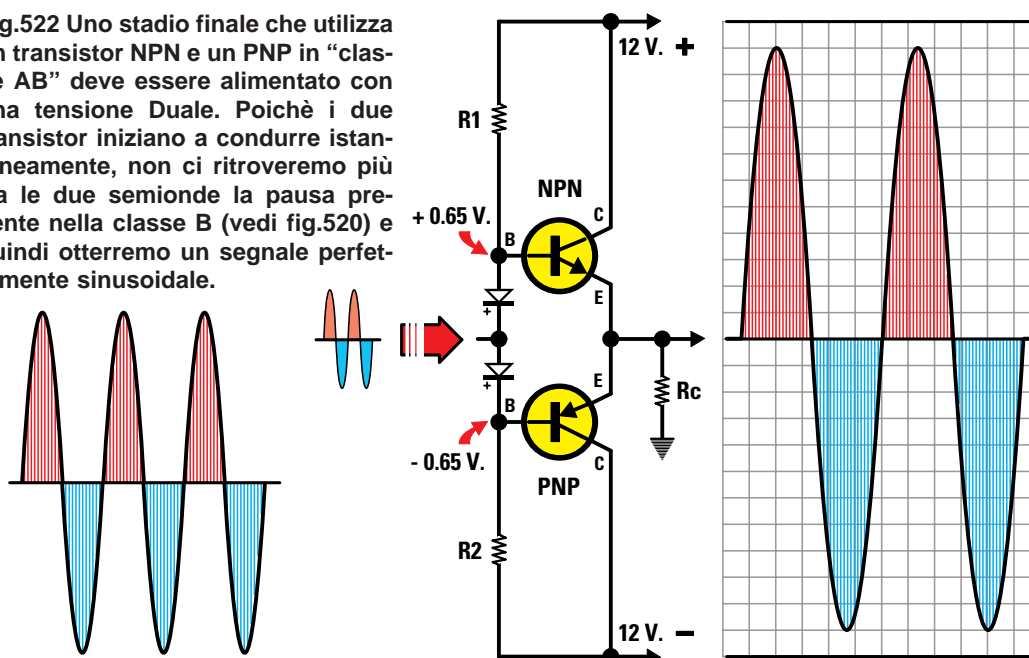



Fig.521 Se polarizziamo la Base di un transistor con una tensione di 0,65 volt questo lavora in “classe AB”. Applicando sulla Base di un transistor NPN un segnale sinusoidale, subito questo amplificherà per il suo massimo le sole semionde positive perchè già si trova sul limite di conduzione. Per amplificare anche l’opposta semionda negativa dovremo collegare in serie un transistor NPN e un PNP (vedi fig.522).

Fig.522 Uno stadio finale che utilizza un transistor NPN e un PNP in “classe AB” deve essere alimentato con una tensione Duale. Poichè i due transistor iniziano a condurre istantaneamente, non ci ritroveremo più tra le due semionde la pausa presente nella classe B (vedi fig.520) e quindi otterremo un segnale perfettamente sinusoidale.

Questa **pausa** presente tra la due semionde viene chiamata **distorsione** di **incrocio**.

Quindi il solo vantaggio che presenta la **classe B** è quello di **non** far **assorbire** ai due transistor **nessuna** corrente in **assenza** di segnale e di far assorbire la **massima** corrente in presenza di segnale.

un TRANSISTOR in classe AB

Per riuscire ad ottenere sull'uscita di uno stadio finale la **elevata potenza** di un **classe B** senza che risulti presente la non gradita **distorsione** di **incrocio**, si usa la **classe AB** e un transistor **NPN** collegato in serie ad un **PNP**.

Sapendo che un transistor inizia a **condurre** quando sulla sua **B**ase è presente una tensione di **0,65 volt**, possiamo applicare quest'ultima inserendo due **diodi** al **silicio** alimentati dalle resistenze **R1-R2** come visibile in fig.522.

Quando sulla **B**ase del transistor **NPN** giunge un segnale di **BF**, questo provvede ad amplificare le **semionde positive** complete perchè già si trova in **conduzione**, ma non è in grado di amplificare le opposte **semionde negative**.

Quando sulla **B**ase del transistor **PNP** giunge un segnale di **BF**, questo provvede ad amplificare le **semionde negative** complete perchè già si trova in **conduzione**, ma non è in grado di amplificare le opposte **semionde positive**.

Prelevando il segnale amplificato dagli **E**mettitori dei transistor **NPN** e **PNP** otteniamo una **onda sinusoidale** completa.

Il segnale **sinusoidale** che fuoriesce da questo stadio risulta **privo** di **distorsione**, perchè non esiste più quella **pausa** tra la **semionda positiva** e la **semionda negativa** presente nella **classe B**.

Il principale vantaggio offerto dalla **classe AB** è quello di riuscire a prelevare in uscita una **elevata potenza** facendo assorbire ai **C**ollettori dei transistor una corrente **irrisoria** in **assenza** di segnale.
Dissipando a **riposo** una **minima** corrente, i transistor riscaldano molto **meno** rispetto ad uno stadio finale in **classe A**, quindi è possibile **ridurre** le dimensioni dell'**aletta** di **raffreddamento** necessaria per dissipare il **calore** generato.
La **classe AB** viene normalmente utilizzata per realizzare degli stadi finali di **potenza Hi-Fi**.

un TRANSISTOR in classe C

La **classe C** non viene mai utilizzata per amplificare dei segnali di **BF** perchè, anche se si riescono ad ottenere in uscita delle **potenze elevate**, il suo segnale ha una notevole **distorsione**: per questo motivo la **classe C** si usa esclusivamente per realizzare degli stadi finali per **alta frequenza.**

Come potete vedere in fig.524, la **B**ase di un transistor in **classe C** non viene mai polarizzata e in quasi tutti gli schemi si può notare che la **B**ase risulta collegata a **massa** tramite una **impedenza RF** (vedi fig.525), che serve solo ad impedire che il segnale **RF** che giunge dal transistor **pilota** si scarichi verso **massa**.

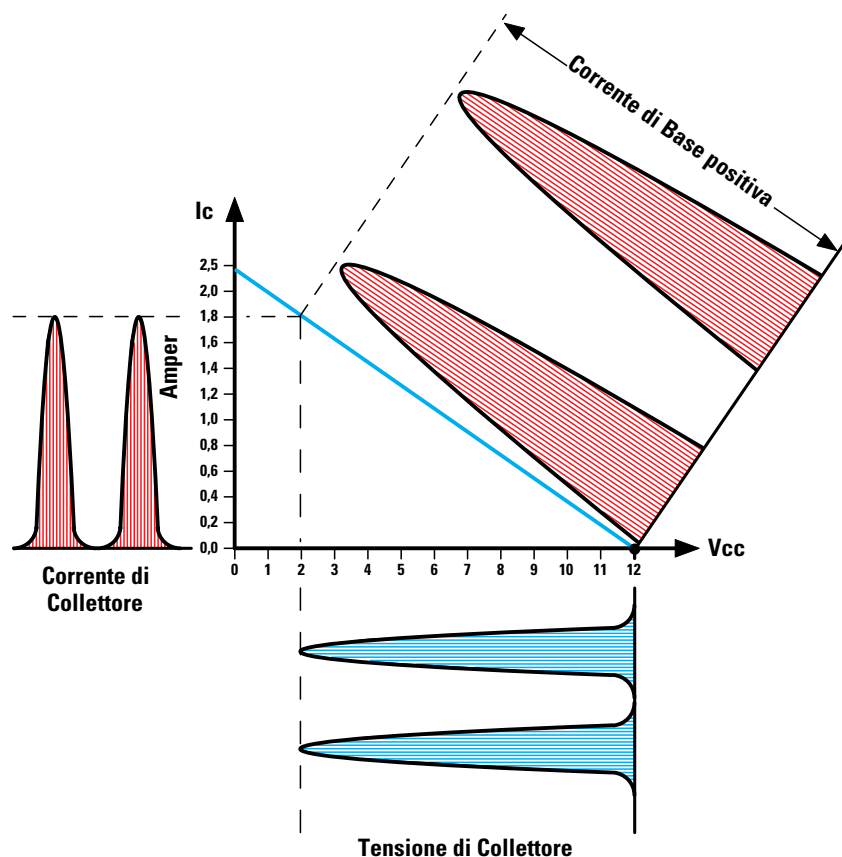
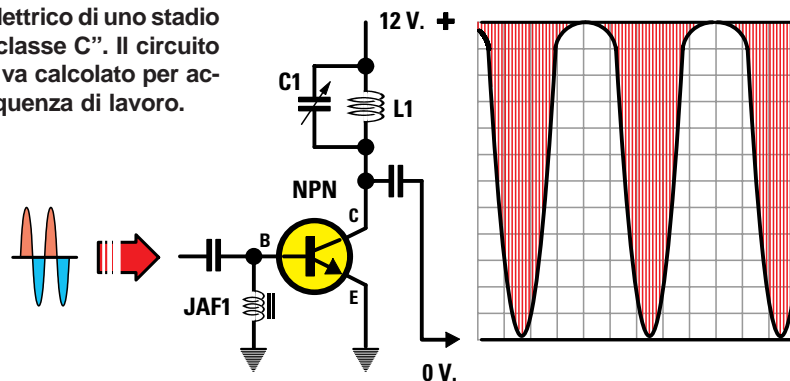
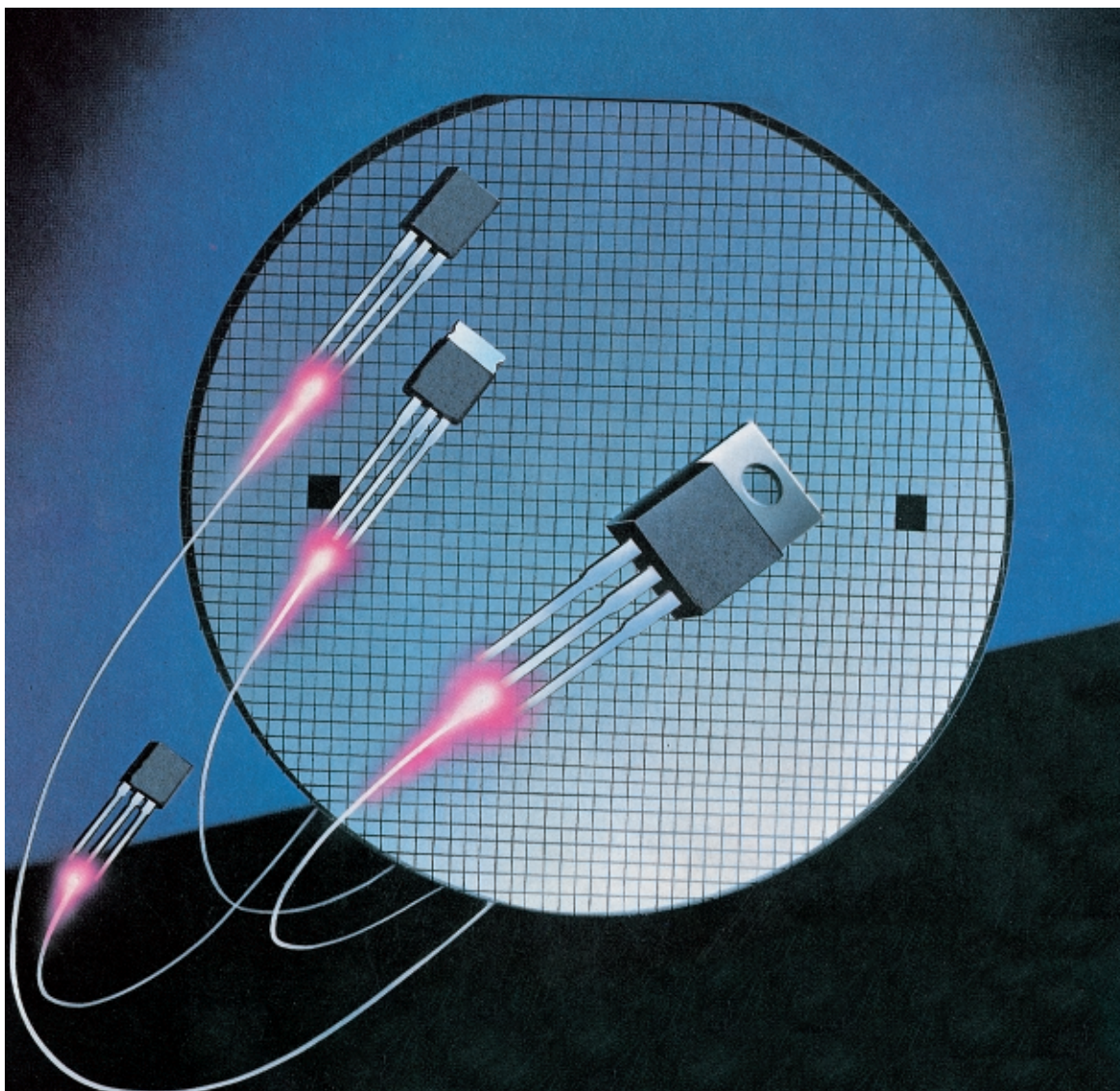



Fig.524 Anche la Base di un transistor che lavora in "classe C" non risulta polarizzata perchè collegata a massa tramite una impedenza RF (vedi JAF1 in fig.525). Quando la semionda positiva applicata sulla Base supera il livello di soglia di 0,65 volt, il transistor provvede ad amplificarla per il suo MASSIMO guadagno. Anche se viene amplificata una sola semionda, sarà il circuito di accordo C1/L1 o il filtro Passa/Basso, sempre collegati sul Collettore, a ricreare la semionda mancante perchè agiscono da "volano".
In assenza di segnale nel Collettore non scorrerà nessuna corrente e quando sulla Base giungerà un segnale RF, il transistor assorbirà la sua massima corrente.

Fig.525 Schema elettrico di uno stadio amplificatore in "classe C". Il circuito di accordo C1-L1 va calcolato per accordarsi sulla frequenza di lavoro.

DOVETE SAPERE anche QUESTO

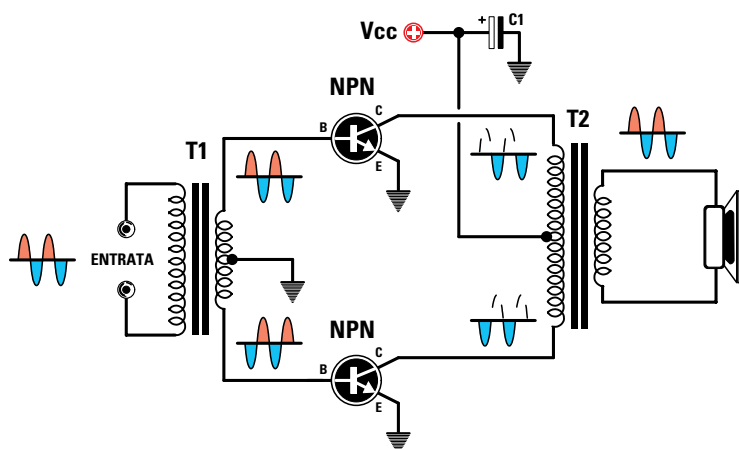
Molti ritengono che un finale in **push-pull** sia il classico riportato in fig.526, che utilizza sia per l'ingresso che per l'uscita due **trasformatori** provvisti di una **presa centrale**, invece tutti gli stadi che utilizzano due transistor, anche se denominati finali **single-ended** o a **simmetria complementare**, sono anch'essi dei **push-pull**.

I due transistor **NPN** dello schema di fig.526 amplificano le sole **semionde positive**, ma poichè sulle loro **B**asi giunge un segnale **sfasato** di **180°**, quando sul primo transistor giunge la **semionda positiva** sul secondo transistor giunge la **semionda negativa** e viceversa.

Quando sul **primo** transistor giunge la **semionda positiva**, questo provvede ad amplificarla, mentre il **secondo** transistor sul quale giunge la **semionda negativa**, in quanto il segnale risulta sfasato di **180°**, **non** l'amplifica.

Quando sul **primo** transistor giunge la **semionda negativa**, questo **non** l'amplifica, ma poichè sul **secondo** transistor giunge la **semionda positiva**, sarà quest'ultimo ad amplificarla.

Quindi nel lasso di **tempo** in cui il primo transistor **lavora** il secondo **riposa** e nel lasso di **tempo** in cui il primo transistor **riposa** il secondo **lavora**.

Fig.526 Schema classico di uno stadio finale Push-Pull che utilizza per l'ingresso e per l'uscita due trasformatori con presa centrale.

Poichè i due **C**ollettori dei transistor sono collegati ad un trasformatore d'**uscita** provvisto di una **presa centrale** (vedi **T2**), dal suo secondario è possibile prelevare una **sinusoide** completa.

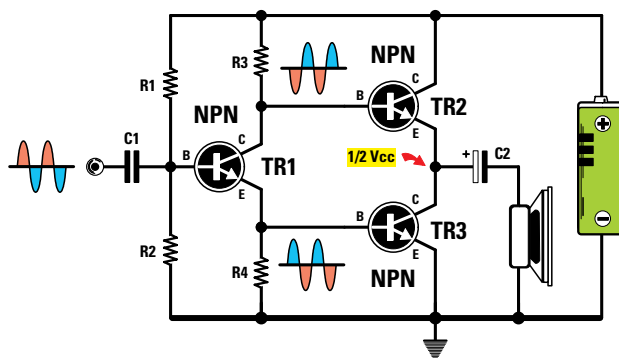
Se la **presa centrale** del trasformatore d'**ingresso** che alimenta le **B**asi (vedi **T1**) viene collegata a **massa**, i due transistor iniziano a condurre solo quando le **semionde positive** superano gli **0,65 volt** richiesti per portarli conduzione, quindi questo stadio lavorerà in **classe B**.

Se la **presa centrale** del trasformatore viene collegata ad un **partitore resistivo** in grado di fornire sulle **B**asi dei transistor una tensione di **0,65 volt** per portarli leggermente in conduzione (vedi fig.521), questo stadio lavorerà in **classe AB**.

Uno stadio finale in **push-pull** si può realizzare anche senza **nessun** trasformatore (vedi fig.527), ma in questo caso i due transistor finali **NPN** devono essere pilotati con un altro transistor **NPN** (vedi **TR1**) che provveda a **sfasare** di **180°** il segnale che giunge sulle **B**asi dei finali.
Collegando due resistenze di identico valore (vedi **R3-R4**) sul **C**ollettore e sull'**E**mettitore del transistor **TR1**, da questi due terminali preleveremo un segnale sfasato di **180°**.
Questo schema che **non** utilizza nessun **trasformatore** si chiama stadio finale **single-ended**.

Se le **B**asi dei due transistor **TR2-TR3** vengono polarizzate in modo far assorbire in assenza di segnale **metà** della loro corrente massima, come visibile nel grafico di fig.511, lo stadio finale lavorerà in **classe A**, quindi i due transistor amplificheranno sia le **semionde positive** che quelle **negative**.

Se le **B**asi dei due transistor **TR2-TR3** vengono polarizzate con una tensione di **0,65 volt** come visibile nel grafico di fig.521, lo stadio finale lavorerà in **classe AB**, quindi un transistor amplificherà le sole **semionde positive** e l'altro le sole semionde **negative** come nel **push-pull** di fig.526.

Fig.527 Uno stadio finale che utilizza due transistor NPN e nessun trasformatore prende il nome di Single-Ended.
Il transistor TR1 serve per sfasare il segnale BF di 180°.

Poichè i transistor **TR2-TR3** risultano collegati in **serie**, sulla loro giunzione **E**mettitore/**C**ollettore ci ritroveremo una tensione pari alla **metà** di quella di alimentazione, quindi per evitare che questa si scarichi a **massa** attraverso l'altoparlante, dovremo collegare quest'ultimo ai due transistor sempre tramite un **condensatore elettrolitico**.

Se realizziamo uno stadio finale in **push-pull** collegando in **serie** un transistor **NPN** con un **PNP** come visibile in fig.528, otteniamo il cosiddetto finale a **simmetria complementare**.

Il transistor **NPN** amplificherà le sole **semionde positive** e il transistor **PNP** le sole **semionde negative**.

Per far lavorare questo stadio finale in **classe AB** dovremo applicare sulle **B**asi dei due transistor i **diodi** al silicio **DS1-DS2**, che ci consentono di ottenere i richiesti **0,65 volt** per portarli leggermente in conduzione (vedi fig.521).

Prelevando il segnale amplificato dagli **E**mettitori dei due transistor collegati in **serie**, otterremo l'**onda sinusoidale**.

Quasi sempre uno stadio finale che utilizza un transistor **NPN** e un **PNP** viene alimentato con una tensione **duale** in grado di fornire una tensione **positiva** rispetto alla **massa** del transistor **NPN** e una tensione **negativa** rispetto alla **massa** del transistor **PNP**.

Alimentando questo stadio finale con una tensione **duale**, sui due **E**mettitori dei transistor otterremo una tensione di **0 volt** rispetto alla **massa**, quindi l'altoparlante può essere collegato direttamente tra i due **E**mettitori e la **massa** senza interporre **nessun** condensatore.

Uno stadio finale che utilizza un transistor **NPN** e un **PNP** può essere alimentato anche con una tensione **singola** (vedi fig.529), ma se si desidera ottenere in uscita la **stessa** potenza che si ottiene con una tensione **duale**, bisogna **raddoppiare** i volt di alimentazione perchè i due transistor riceveranno solo **metà** tensione.

Poichè sulla giunzione **E**mettitore/**E**mettitore dei due transistor **NPN-PNP** è presente un valore di tensione pari alla **metà** di quello di alimentazione, per evitare che questa bruci l'altoparlante, è necessario isolare quest'ultimo con un **condensatore elettrolitico** che provveda a lasciare passare il solo segnale **BF** ma non la tensione **continua**.
A questo punto completiamo la nostra Lezione con la presunzione di essere riusciti a spiegarvi in modo comprensibile tutte le differenze che esistono tra una **classe A** e una **classe B** oppure una **classe AB**, così che quando vedrete lo schema di uno stadio amplificatore **finale** per **BF** saprete già in quale **classe** lavora.

La **classe C**, come abbiamo già accennato, si usa esclusivamente per realizzare con un **solo** transistor degli stadi finali di **potenza** per **trasmettitori**.

Fig.528 Uno stadio finale che utilizza un transistor NPN e un PNP collegati in serie viene chiamato a Simmetria Complementare. Questo stadio finale si alimenta normalmente con una tensione Duale.
L'altoparlante va collegato direttamente sugli Emettitori senza condensatore.

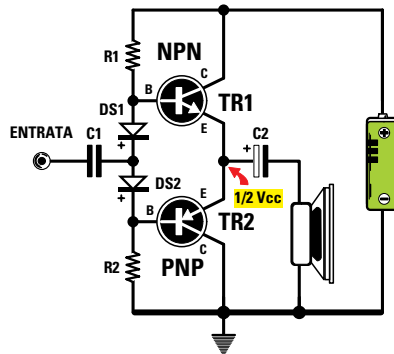



Fig.529 Uno stadio finale a Simmetria Complementare si può alimentare anche con una tensione Singola ma poichè sui due Emettitori è presente una tensione pari alla metà di quella di alimentazione, l'altoparlante va collegato tramite un condensatore elettrolitico.

MISURE inglesi CONVERTITE in DECIMALI

Misure lineari

1/8 pollice.. 0,317 cm
1/4 pollice .... 0,635 cm
1/2 pollice .... 1,270 cm
1 pollice (inch) .... 2,540 cm
1 piede (foot) = 12 pollici .... 30,480 cm
1 yarda (yard) = 3 piedi .... 91,439 cm
1 miglio inglese = 1760 yarde ... 1.609,330 metri
1 miglio marino (nodo) .... 1.854,965 metri

Misure di superficie

1 pollice sq. (square inch) .... 6,451 cm quadrati
1 piede sq. (square foot) .... 929 cm quadrati
1 yarda sq. (square yard) .... 8.361 cm quadrati

IMPORTANTE

Nella componentistica elettronica di fabbricazione anglosassone ed USA (vedi connettori, zoccoli, ecc.) vengono tuttora utilizzati come unità di misura i **decimi** di **pollice**.

Normalmente non compare l'indicazione decimi di pollice, bensì dei numeri preceduti da un **punto**, ad esempio **.1 - .5 - .135** ecc., che corrispondono a **0,1 - 0,5 - 0,135**.

Per ricavare la corrispondente misura in millimetri è necessario eseguire la seguente operazione:

mm = 2,54 x frazione di pollice

TABELLA N.1

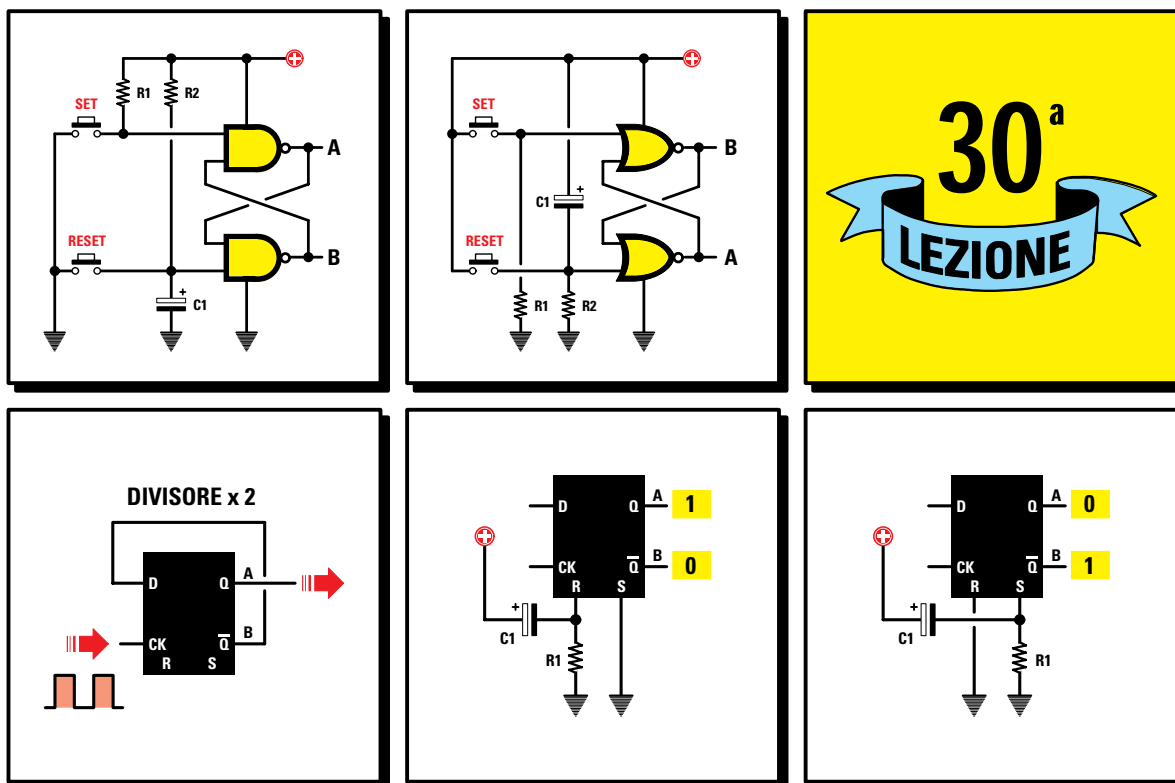
frazione pollice	mm
1/16	1,59
1/8	3,18
3/16	4,70
1/4	6,35
5/16	7,94
3/8	9,53
7/16	11,11
1/2	12,70
9/16	14,29
5/8	15,88
11/16	17,46
3/4	19,05
13/16	20,64
7/8	22,23
15/16	23,81

TABELLA N.2

pollici inch = (in)	mm
1	25,4
2	50,8
3	76,2
4	101,6
5	127,0
6	152,4
7	177,8
8	203,2
9	228,6
10	254,0
11	279,4
12	304,8
13	330,2
14	355,6
15	381,0

TABELLA N.3

piedi foot = (ft)	cm
0,5	15,24
1	30,48
2	60,96
3	91,44
4	121,92
5	152,40
6	182,88
7	213,36
8	243,84
9	274,32
10	304,80
11	335,28
12	365,76
13	396,24
14	426,72

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

*imparare l'*ELETTRONICA *partendo da* ZERO

Quando apparvero i primi **integrati digitali**, la maggior parte di coloro che si dilettavano in elettronica conoscevano molto superficialmente il loro funzionamento, ma oggi non esiste nessuno studente di elettronica che non sappia cos'è una porta **Nand** o **Nor** oppure **Inverter**.

Poichè spesso vengono pubblicati schemi in strane configurazioni che utilizzano queste **porte digitali**, oggi vi spieghiamo la differenza che esiste tra un **flip-flop** tipo **S-R** e un **flip-flop** tipo **D**.

Il flip-flop tipo **Set-Reset**, che si realizza con una **coppia** di **Nand** oppure di **Nor**, serve per commutare le due uscite da **livello logico 1** a **livello logico 0** o viceversa, quindi si impiega normalmente in tutti i circuiti digitali come semplice **deviatore elettronico**.

Il flip-flop tipo **D**, completamente diverso dal flip-flop **Set-Reset**, viene normalmente utilizzato per **dividere x2** una **frequenza**, oppure un **tempo**.

Collegando in serie **2** flip-flop tipo **D** si ottiene un divisore **2x2 = 4**, collegandone in serie **3** si ottiene un divisore **2x2x2** = **8**, collegandone in serie **4** si ottiene un divisore **2x2x2x2 = 16** e collegandone in serie **5** si ottiene un divisore **2x2x2x2x2 = 32**, quindi per ogni flip-flop aggiunto si ottiene sempre un fattore di divisione **doppio** rispetto al precedente.

SAPETE come funziona un CIRCUITO FLIP-FLOP?

In molte apparecchiature elettroniche vengono utilizzati dei circuiti chiamati **flip-flop** e poichè pensiamo che non tutti li conoscano, in questa **Lezione** spieghiamo cosa sono, come funzionano e anche in quali applicazioni vengono utilizzati.

Prima di proseguire, consigliamo di rileggere la **Lezione N.16** nella quale abbiamo parlato dei segnali **digitali**, segnali che vengono definiti con due soli livelli:

- livello logico 1
- livello logico 0

Si dice che un segnale è a **livello logico 1** quando il suo valore di **tensione positiva** risulta identico a quello che alimenta l'integrato.

Si dice che un segnale è a **livello logico 0** quando il suo valore di **tensione** è di **0 volt**.

Per comprendere meglio il significato del **livello logico 1** e del **livello logico 0** provate ad immaginare che il terminale d'uscita dell'integrato sia collegato **internamente** ad un ipotetico **deviatore**, che si commuta sulla tensione **positiva** di alimentazione oppure verso **massa** (vedi figg.530-531).

Se l'integrato è un **TTL** che va sempre alimentato

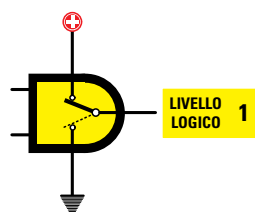



Fig.530 Quando un terminale è a Livello Logico 1 può essere considerato internamente collegato alla tensione Positiva di alimentazione.

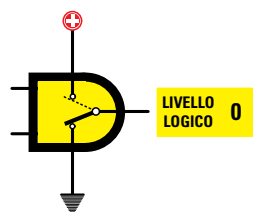



Fig.531 Quando un terminale è a Livello Logico 0 può essere considerato internamente collegato a Massa.

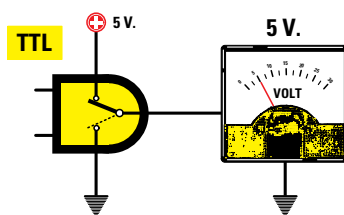



Fig.532 Se si utilizzano degli integrati TTL, che vanno sempre alimentati con una tensione positiva di 5 Volt, è sottinteso che il loro Livello Logico assumerà un valore pari a 5 Volt.

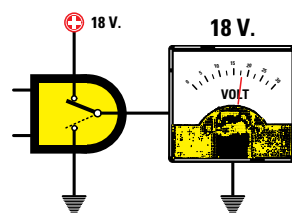
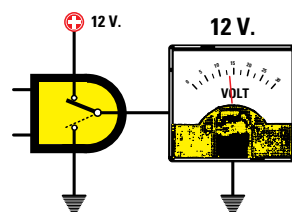
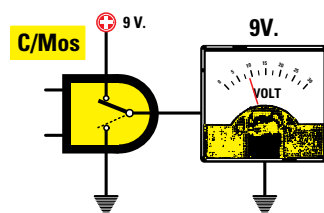



Fig.533 Se si utilizzano degli integrati C/Mos che possono essere alimentati con tensioni variabili da 5 Volt a 18 Volt, è sottinteso che i loro Livelli Logici assumeranno un valore pari alla tensione utilizzata per la loro alimentazione.

con una tensione di **5 volt**, il suo **livello logico 1** corrisponde ad una tensione **positiva** di **5 volt** (vedi fig.532).

Se l'integrato è un **C/Mos** che va sempre alimentato con una tensione che da un minimo di **5 volt** può raggiungere un valore massimo di **18 volt**, il suo **livello logico 1** corrisponde al valore della **tensione** utilizzato per la sua alimentazione.
Quindi se alimentiamo l'integrato **C/Mos** con una tensione di **9 volt**, il suo **livello logico 1** assumerà il valore di **9 volt**.
Se lo alimentiamo con una tensione di **12 volt** il suo **livello logico 1** assumerà il valore di **12 volt**, mentre se lo alimentiamo con una tensione di **18 volt** il suo **livello logico 1** assumerà il valore di **18 volt** (vedi fig.533).

Ora che abbiamo richiamato alla memoria il significato di **livello logico 1** e **livello logico 0**, possiamo passare a presentarvi i vari tipi di **flip-flop**.

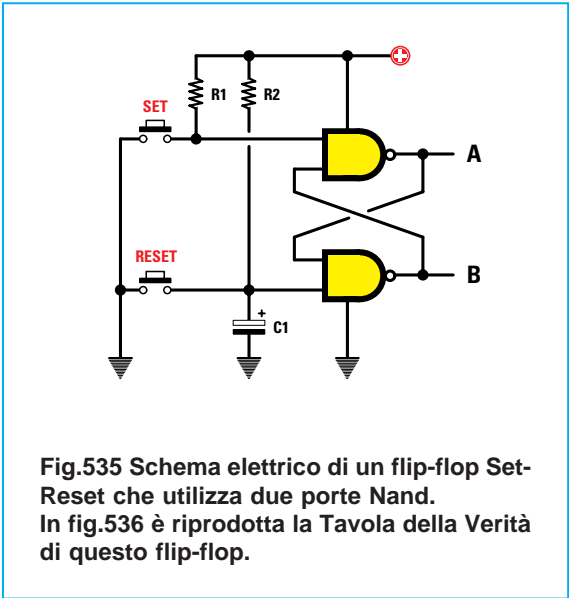
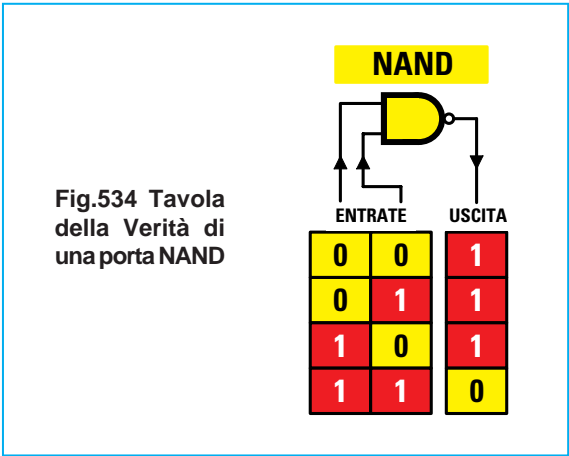
Fig.534 Tavola della Verità di una porta NAND

Fig.535 Schema elettrico di un flip-flop Set-Reset che utilizza due porte Nand.
In fig.536 è riprodotta la Tavola della Verità di questo flip-flop.

FLIP-FLOP tipo SET-RESET con NAND

Per realizzare un flip-flop tipo **set-reset** utilizzando delle porte **Nand**, è necessario collegarne due come visibile in fig.535.

Poichè gli ingressi **Set** e **Reset** di un flip-flop con porte **Nand** nella condizione di riposo vanno forzati a **livello logico 1**, è necessario collegarli alla tensione **positiva** di alimentazione tramite le due resistenze siglate **R1-R2**.

Come noterete, tra l'ingresso **Reset** e la **massa** di questo flip-flop è collegato un condensatore elettrolitico di pochi **microfarad** (vedi **C1**), che "obbliga" questo ingresso a rimanere per una frazione di secondo a **livello logico 0** la prima volta che al flip-flop viene applicata la sua tensione di alimentazione.

A condensatore elettrolitico **scarico**, sull'ingresso **Set** è presente un **livello logico 1** e sull'ingresso **Reset** un **livello logico 0**: di conseguenza, sulle uscite **A-B** del flip-flop troviamo questi livelli logici:

Set	Reset	uscita A	uscita B
1	0	0	1

A condensatore elettrolitico **carico**, anche il piedino **Reset** si porta a **livello logico 1**, ma i livelli logici sulle due uscite **A-B** non cambiano:

Set	Reset	uscita A	uscita B
1	1	0	1

Per commutare le due uscite **A-B** è necessario premere il pulsante **Set** in modo da portare il suo ingresso a **livello logico 0** e infatti:

Set	Reset	uscita A	uscita B
0	1	1	0

Ottenuta questa condizione anche se premeremo nuovamente il pulsante **Set**, le due uscite **non** cambieranno di stato.
Per cambiarle è necessario premere il pulsante **Reset** in modo da portare il suo ingresso a **livello logico 0**:

Set	Reset	uscita A	uscita B
1	0	0	1

Ottenuta questa condizione, anche premendo nuovamente il pulsante **Reset**, le due uscite **non** cambieranno di stato.
Per farlo, è necessario premere il pulsante **Set**.

Nella **Tabella N.30** riportiamo tutte le sequenze di un flip-flop che utilizza due **porte Nand**:

TABELLA N.30
Tavola della verità di un flip-flop con 2 Nand

ingresso Set	ingresso Reset	uscita A	uscita B
1	0	0	1
1	1	0	1
0	1	1	0
1	1	1	0

SET	RESET	A	B
1	0	0	1
1	1	0	1
0	1	1	0
1	1	1	0

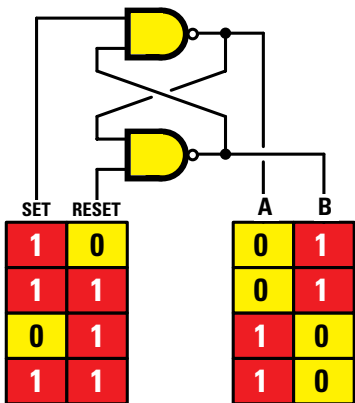
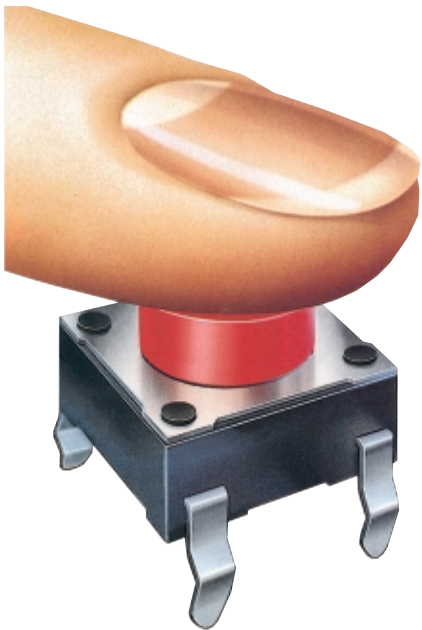



Fig.536 In questa Tavola della Verità si possono vedere i Livelli Logici presenti sulle uscite A-B di un flip-flop che utilizza due porte Nand.

IMPORTANTE

Se realizzate un flip-flop **set-reset** utilizzando delle porte **TTL**, il valore delle resistenze **R1-R2** deve risultare compreso tra **220 ohm** e **330 ohm**.

Se realizzate un flip-flop utilizzando delle porte **C/Mos**, il valore delle resistenze **R1-R2** può raggiungere anche un valore di alcuni **kiloohm**.

FLIP-FLOP tipo SET-RESET con NOR

Per realizzare un flip-flop tipo **set-reset** utilizzando delle porte **Nor** è necessario collegarne due come visibile in fig.538.
Poichè gli ingressi **Set** e **Reset** di un flip-flop con porte **Nor** nella condizione di riposo devono essere forzati a **livello logico 0**, è necessario collegarli a **massa** tramite le due resistenze **R1-R2**.

Come noterete, tra il **positivo** di alimentazione e l'ingresso **Reset** di questo flip-flop è collegato un condensatore elettrolitico del valore di pochi **microfarad**, che "obbliga" questo ingresso a rimanere per una frazione di secondo a **livello logico 1** la prima volta che al flip-flop viene applicata la sua tensione di alimentazione.

A condensatore elettrolitico **scarico**, sull'ingresso **Set** è presente un **livello logico 0** e sull'ingresso **Reset** un **livello logico 1**: di conseguenza sulle uscite **A-B** del flip-flop troviamo questi livelli logici:

Set	Reset	uscita A	uscita B
0	1	0	1

Fig.537 Tavola della Verità di una porta NOR

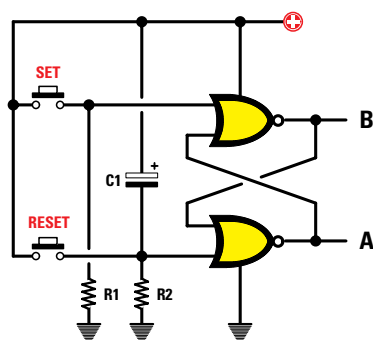



**Fig.538 Schema elettrico di un flip-flop Set-Reset che utilizza due porte Nor.
In fig.539 è riprodotta la Tavola della Verità di questo flip-flop.**

A condensatore elettrolitico **carico**, anche il piedino **Reset** si porterà a **livello logico 0**, ma i livelli logici sulle due uscite **A-B** non cambiano:

Set	Reset	uscita A	uscita B
0	0	0	1

Per commutare le due uscite **A-B** è necessario premere il pulsante **Set** in modo da portare il suo ingresso a **livello logico 1** e infatti:

Set	Reset	uscita A	uscita B
1	0	1	0

Ottenuta questa condizione, anche premendo nuovamente il pulsante **Set** le due uscite **non** cambieranno di stato.
Per cambiarle è necessario premere il pulsante **Reset**, in modo da portare il suo ingresso a **livello logico 1**:

Set	Reset	uscita A	uscita B
0	1	0	1

Premendo nuovamente più volte il pulsante **Reset**, le due uscite **non** cambieranno.
Per cambiarle, è necessario premere il pulsante **Set**.

Nella **Tabella N.31** riportiamo tutte le sequenze di un flip-flop che utilizza due **porte Nor**:

TABELLA N.31
Tavola della verità di un flip-flop con 2 Nor

ingresso Set	ingresso Reset	uscita A	uscita B
0	1	0	1
0	0	0	1
1	0	1	0
0	0	1	0

Fig.539 In questa Tavola della Verità si possono vedere i Livelli Logici presenti sulle uscite A-B di un flip-flop che utilizza due porte Nor.

IMPORTANTE

Se realizzate un flip-flop **set-reset** utilizzando delle porte **TTL**, il valore delle resistenze **R1-R2** deve risultare compreso tra **220 ohm** e **330 ohm**.

Se realizzate un flip-flop utilizzando delle porte **C/Mos**, il valore delle resistenze **R1-R2** può raggiungere anche un valore di alcuni **kiloohm**.

UN IMPULSO per sostituire il PULSANTE

Negli schemi riportati nelle figg.535-538 per cambiare i livelli logici sugli ingressi **Set** e **Reset** abbiamo utilizzato dei **pulsanti**, che possono però essere sostituiti con degli **impulsi positivi** o **negati-**

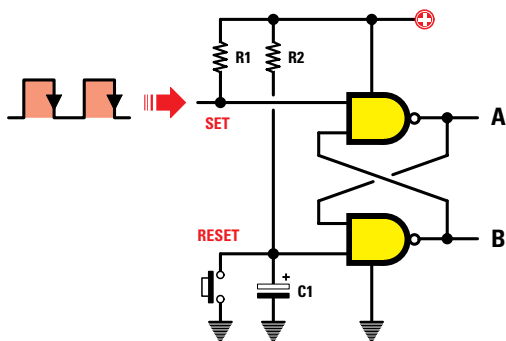
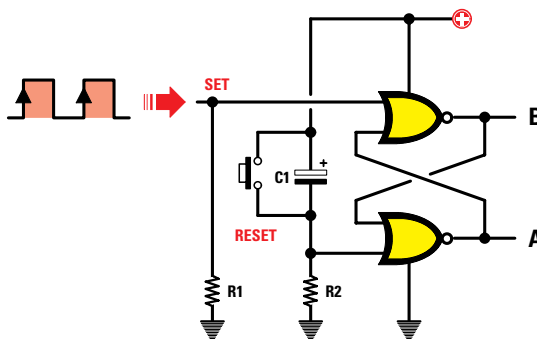



Fig.540 Per cambiare i Livelli Logici sul terminale d'ingresso Set di un flip-flop che utilizza due porte Nand, è possibile sostituire il pulsante Set con degli impulsi prelevati dall'uscita di un qualsiasi integrato digitale.
NOTA: Le uscite A-B si commuteranno solo quando il segnale sull'ingresso Set passerà da Livello Logico 1 a 0.

Fig.541 Anche per cambiare i Livelli Logici sul terminale d'ingresso Set di un flip-flop che utilizza due porte Nor, è possibile sostituire il pulsante Set con degli impulsi prelevati dall'uscita di un qualsiasi integrato digitale.
NOTA: Le uscite A-B si commuteranno solo quando il segnale sull'ingresso Set passerà da Livello Logico 0 a 1.

vi prelevati direttamente dall'uscita di un qualsiasi integrato digitale.

Se un integrato commuta la sua uscita da **livello logico 1** a **livello 0**, è necessario applicare questo impulso sul piedino **Set** di un flip-flop che utilizza dei **Nand** (vedi fig.540).
Per ottenere la funzione **Reset** è indispensabile applicare un pulsante su questo ingresso.

Se un integrato commuta la sua uscita da **livello logico 0** a **livello 1**, è necessario applicare questo impulso sul piedino **Set** di un flip-flop che utilizza dei **Nor** (vedi fig.541).
Per ottenere la funzione **Reset** è indispensabile applicare un pulsante su questo ingresso.

UN RELÈ tipo ON-OFF

Realizzando il circuito riportato in fig.542 è possibile eccitare e diseccitare un **relè** premendo i due pulsanti **Set** e **Reset**.

Quando su entrambi gli ingressi **Set** e **Reset** è presente un **livello logico 1**, il piedino d'uscita **A** si trova a **livello logico 0**.
Di conseguenza, non giungendo sulla **B**ase del transistor **TR1** la necessaria tensione **positiva** per mandarlo in conduzione, il **relè** non può eccitarsi:

Set	Reset	uscita A	uscita B
1	1	0	1

Premendo il pulsante **Set**, l'uscita **A** si commuta sul **livello logico 1**:

Set	Reset	uscita A	uscita B
0	1	1	0

quindi su questa uscita è presente una tensione **positiva** che, giungendo sulla **B**ase del transistor **TR1**, lo porta in **conduzione** facendo **eccitare** il relè collegato sul suo **C**ollettore. Per **diseccitarlo** è necessario premere il pulsante **Reset**.

Scollegando dall'uscita **A** la resistenza **R3** che polarizza la **B**ase del transistor **TR1** e collegandola all'uscita **B**, si ottiene una funzione **inversa**, cioè il relè si **eccita** non appena viene fornita la tensione di alimentazione.
Per **diseccitarlo** è necessario premere il pulsante **Set** e per eccitarlo il pulsante **Reset**.

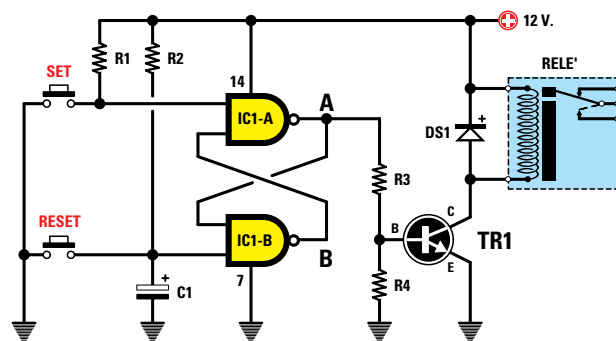



Fig.542 Con questo circuito, premendo il pulsante Set il relè si eccitera e premendo il pulsante Reset si disecciterà.

ELENCO COMPONENTI

R1-R2 = 10 kiloohm
R3 = 4.700 ohm
R4 = 47 kiloohm
C1 = 1 microF. elettrolitico
DS1 = diodo 1N.4007
TR1 = BC.547
IC1 = integrato 4011
Relè = 12 volt

COMMUTATORE ELETTRONICO

Nella **Lezione N.16** abbiamo spiegato che, applicando su uno dei due ingressi di un **Nand** un segnale ad onda quadra di qualsiasi **frequenza**, questa la ritroveremo sul suo piedino d'**uscita** solo se sul suo ingresso opposto è presente un **livello logico 1** (vedi fig.543).

Se, invece, sul suo ingresso opposto è presente un **livello logico 0**, sul suo piedino d'uscita non sarà presente nessun segnale (vedi fig.544).

Nel circuito riprodotto in fig.545 quando viene alimentato questo flip-flop, sull'uscita di **IC1-C** non sarà presente alcuna **frequenza** perchè l'uscita **A** del flip-flop si trova a livello logico **0**.

Solo quando viene premuto il pulsante **Set** l'uscita **A** si porta a livello logico **1** e in questa condizione sull'uscita di **IC1-C** sarà presente la **frequenza** applicata sul piedino d'ingresso.

Questo **commutatore elettronico** viene molto utilizzato nei **cronometri digitali** per far giungere sui loro ingressi la **frequenza** di conteggio.

In questo caso il pulsante **Set** esplica la funzione di **Start** e il pulsante **Reset** la funzione di **Stop**.

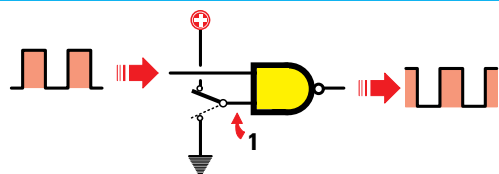



Fig.543 Per ottenere la frequenza applicata su uno dei due ingressi sul piedino d'uscita di un Nand, l'opposto ingresso va commutato sul Livello Logico 1.

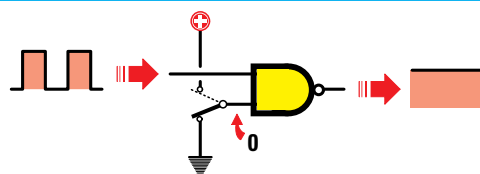



Fig.544 Per evitare che la frequenza applicata su uno dei due ingressi possa passare sul piedino d'uscita, basta commutare l'opposto ingresso sul Livello Logico 0.

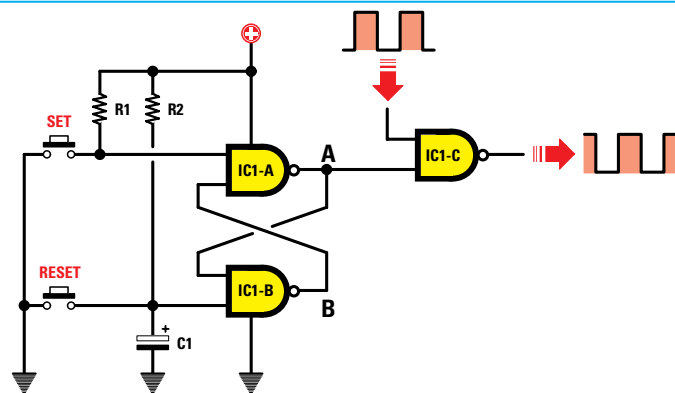



Fig.545 Schema elettrico di un commutatore digitale che utilizza 3 porte Nand. Premendo il pulsante Set, la frequenza applicata sull'ingresso del Nand siglato IC1/C passerà direttamente sul piedino d'uscita, mentre premendo il pulsante Reset questa frequenza non raggiungerà l'uscita.

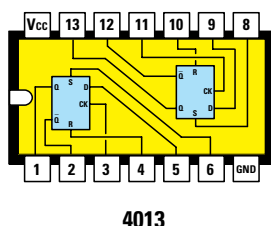
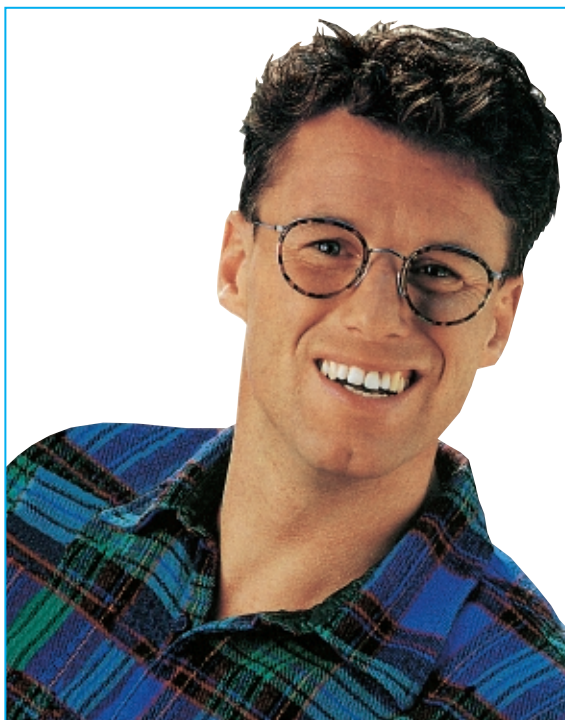
Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

4013

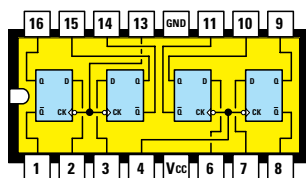
Fig.546 Connessioni viste da sopra di un integrato C/Mos 4013 contenente 2 flip-flop tipo D. In questi flip-flop oltre ai piedini D-CK-QA-QB sono presenti anche i piedini Set e Reset (vedi fig.549).

7475

Fig.547 Connessioni viste da sopra di un integrato TTL 7475 contenente 4 flip-flop tipo D. Questi flip-flop vengono normalmente utilizzati per dividere una frequenza per 2-4-8-16 volte.

FLIP-FLOP tipo D

Vi sono dei flip-flop, raffigurati negli schemi elettrici con il simbolo grafico di un **rettangolo** (vedi fig.548), provvisti di due terminali d'ingresso indicati:

D = **Data**
CK = **Clock**

e di due terminali d'uscita indicati:

Q = **A**
$\overline{Q}$ = **B**

Questo flip-flop, chiamato di tipo **D**, provvede a modificare il **livello logico** sulle due uscite **A-B** ogni volta che sul **Clock** giunge il fronte di **salita** di una qualsiasi onda quadra, vale a dire quando il segnale da **livello logico 0** passa a **livello logico 1**.

Quando sul **Clock** giunge un fronte di **salita**, lo stesso livello logico presente sul piedino d'ingresso **Data** si presenta istantaneamente sul piedino d'uscita **A** e ovviamente sull'uscita **B** si presenta un livello logico **opposto**.

Quando sul **Clock** giunge un fronte di **discesa**, vale a dire il segnale da **livello logico 1** passa a **livello logico 0**, i livelli logici presenti sulle due uscite **A-B** non cambiano.

Guardando la fig.548 si nota che nella **fase 1**, quando l'onda quadra di **Clock** passa sul **livello logico 1**, poichè sull'ingresso **Data** è presente un **livello logico 1**, lo stesso livello si ha anche sul piedino d'uscita **A**.

Nella **fase 2**, quando nuovamente l'onda quadra di **Clock** passa dal **livello logico 0** al **livello logico 1** rilevando che sull'ingresso **Data** è presente un **livello logico 0**, lo stesso livello si ha anche sul piedino d'uscita **A**.

Nella **fase 3,** quando l'onda quadra di **Clock** passa nuovamente dal **livello logico 0** al **livello logico 1** rilevando che sul piedino **Data** è presente un **livello logico 1**, lo stesso livello si ha anche sul piedino d'uscita **A**.

Nella **fase 4** quando l'onda quadra di **Clock** passa dal **livello logico 0** al **livello logico 1** rilevando che sul piedino **Data** è ancora presente un **livello logico 1**, questo non andrà a modificare il livello logico sul piedino d'uscita **A**.

Solo nella **fase 5**, quando l'onda quadra di **Clock** passa dal **livello logico 0** al **livello logico 1** rilevando che sul piedino **Data** è presente un **livello**

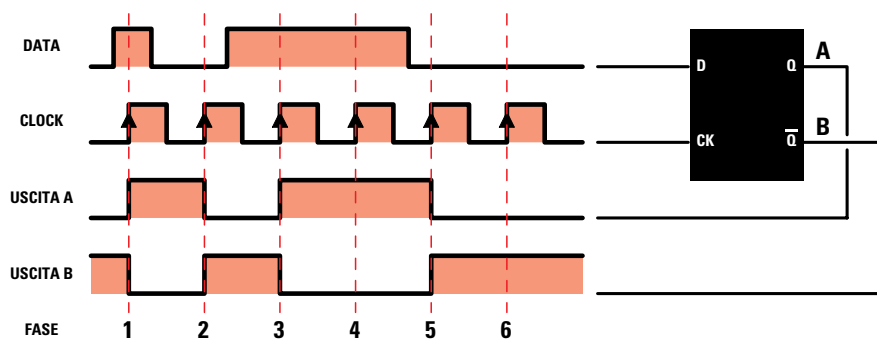



Fig.548 Come potete vedere in questo grafico, l'uscita QA di un flip-flop tipo D si porta sullo stesso livello logico presente sull'ingresso Data, solo quando sul piedino Clock giunge un fronte di SALITA di un'onda quadra. Nella fase 1 l'uscita QA si porta a Livello Logico 1, nella fase 2 si porta a Livello Logico 0, nella fase 3 si porta nuovamente a Livello Logico 1 e così rimane anche nella fase 4, mentre nella fase 5 si riporta a Livello Logico 0. Sull'uscita QB è presente un Livello Logico opposto a QA.

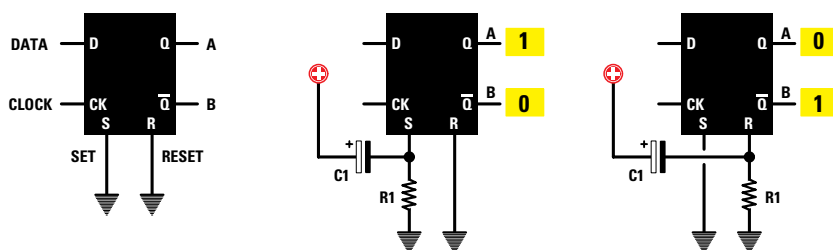



Fig.549 Quando in un flip-flop tipo D sono presenti, oltre ai terminali D-CK-QA-QB, anche quelli di Set e Reset (vedi fig.546), questi ultimi vanno quasi sempre collegati a massa. Se il piedino Set o Reset risulta collegato a massa tramite una resistenza e a questo piedino colleghiamo un condensatore da 1 microfarad (vedi esempio del flip-flop con Nor di fig.538), l'uscita QA o QB verrà forzata sul Livello Logico 1 ogni volta che applicheremo a questo flip-flop la sua tensione di alimentazione.

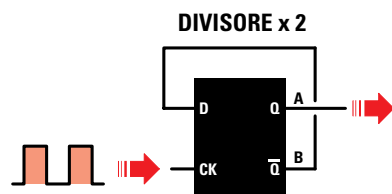



Fig.550 Collegando l'ingresso D di questo flip-flop all'uscita QB, dal piedino d'uscita QA viene prelevata la frequenza applicata sul piedino CK divisa x2. Quindi, applicando una frequenza di 100 KHz sull'ingresso CK dall'uscita QA si preleveranno 50 KHz.

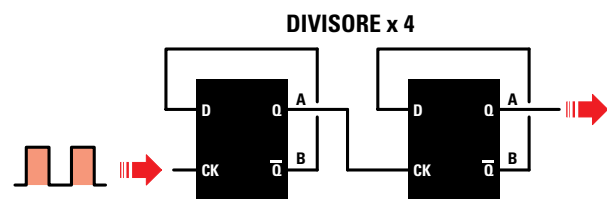



Fig.551 Collegando in serie due flip-flop tipo D si ottiene un divisore x4. Quindi applicando sull'ingresso CK una frequenza di 100 KHz, dall'uscita QA del secondo divisore si preleveranno 25 KHz.

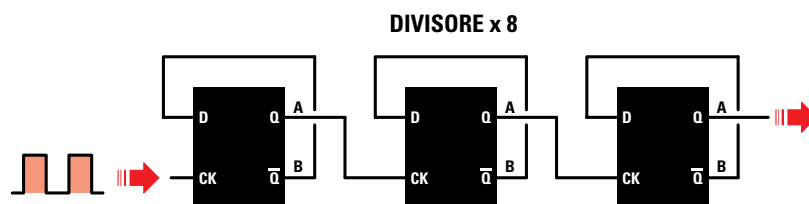



Fig.552 Collegando in serie 3 flip-flop tipo D si ottiene un divisore x8. Quindi se sull'ingresso CK del primo divisore di sinistra viene applicata una frequenza di 100 KHz, dall'uscita QA del terzo divisore si preleveranno 12,5 KHz.

logico 0, lo stesso livello si ha anche sul piedino d'uscita **A**.

In qualche flip-flop tipo **D**, oltre ai quattro terminali indicati **D-CK** e **A-B**, ce ne possono essere altri due indicati **S-R** (vedi fig.549) che corrispondono a **Set** e **Reset** e che si possono utilizzare per forzare l'uscita **A** sul **livello logico 1** oppure sul **livello logico 0** nel preciso istante in cui al flip-flop viene fornita la tensione di alimentazione.

Collegando all'ingresso **Set** la resistenza **R1** e il condensatore **C1** come visibile in fig.549, l'**uscita A** si porta a **livello logico 1** e l'uscita **B** a **livello logico 0**.

Collegando all'ingresso **Reset** la resistenza **R1** e il condensatore **C1** come visibile in fig.549, l'**uscita A** si porta a **livello logico 0** e l'uscita **B** a **livello logico 1**.

Se questi due terminali siglati **S-R non** vengono utilizzati, li dovete collegare a **massa** (vedi sinistra di fig.549), diversamente il flip-flop **non** funzionerà.

il FLIP-FLOP D come DIVISORE di frequenza

Collegando l'uscita **B** di questo flip-flop all'ingresso **Data** (vedi fig.550) e applicando sull'ingresso **Clock** un segnale ad onda quadra di qualsiasi **frequenza**, questa fuoriesce dal piedino **A** divisa **x2**.

Osservando il grafico di fig.548 è possibile capire come la **frequenza** di **Clock** venga divisa **x2**.

Se all'accensione del flip-flop l'uscita **B** si trova a **livello logico 1**, automaticamente l'opposto piedino d'uscita **A** si trova a **livello logico 0**.

Se sull'ingresso **Clock** applichiamo un'onda quadra, al suo **primo** fronte di **salita** l'uscita **A** assume lo stato logico presente sul **Data** e, conseguentemente, l'uscita **B** si porta in **condizione logica 0** e con questa anche il piedino **Data**.
Quando sull'ingresso **Clock** giunge il **secondo** fronte di **salita**, l'uscita **A** assume lo stato logico presente sul **Data** e, conseguentemente, l'uscita **B** si porta in **condizione logica 1** e con questa anche il piedino **Data**.

Quando sull'ingresso **Clock** giunge il **terzo** fronte di **salita**, l'uscita **A** assume lo stato logico presente sul **Data** e, conseguentemente, l'uscita **B** si porta **in condizione logica 0** e con questa anche il piedino **Data** e così via all'infinito.

Ora basta **contare** quante **onde quadre** giungono sul piedino d'ingresso **Clock** e quante ve ne sono in uscita dal piedino **A**, per scoprire che queste sono esattamente la **metà**.

Collegando in **serie** due flip-flop **D** come visibile in fig.551, si ottiene un divisore **x4**, (**2x2 = 4**), collegandone **3** in **serie** (vedi fig.552), si ottiene un divisore **x8** (**2x2x2 = 8**), mentre collegandone **4** in **serie** si ottiene un divisore **x16** (**2x2x2x2 = 16**).

Come evidenziato in fig.546, all'interno dell'integrato **C/Mos** tipo **4013** (vedi fig.547) sono presenti due flip-flop **D**, mentre nell'integrato **TTL** tipo **SN.7475** ben quattro flip-flop tipo **D**.

DIMOSTRATIVO per FLIP-FLOP Set-Reset

Per completare questo articolo vi proponiamo un semplice kit a dimostrazione di come funziona in pratica un flip-flop **Set-Reset**, realizzato con le due porte **Nand** contenute nell'integrato C/Mos **4011**.

Non appena viene fornita tensione al circuito, si accendono i diodi led **DL1-DL2** collegati ai due ingressi del flip-flop, perchè entrambi si trovano a **livello logico 1** e anche il diodo led **DL4** collegato all'uscita del Nand **IC1/B**, perchè al suo terminale di **Reset** (vedi fig.553) è collegato il condensatore

Fig.553 Schema elettrico del flip-flop utilizzato come dimostrativo. I diodi led collegati sugli ingressi o sulle uscite di questi Nand si accendono quando su questi terminali è presente un Livello Logico 1.

Fig.554 Il circuito di fig.553 viene racchiuso entro un piccolo mobiletto plastico sul quale andrà applicata l'etichetta autoadesiva prestampata e forata.

ELENCO COMPONENTI LX.5046

R1 = 220 ohm
R2 = 470 ohm
R3 = 470 ohm
R4 = 220 ohm
R5 = 560 ohm
R6 = 560 ohm
C1 = 1 microF. poliestere
C2 = 100.000 pF poliestere
DL1-DL4 = diodi led
IC1 = C/Mos tipo 4011
P1-P2 = pulsante
S1 = interruttore

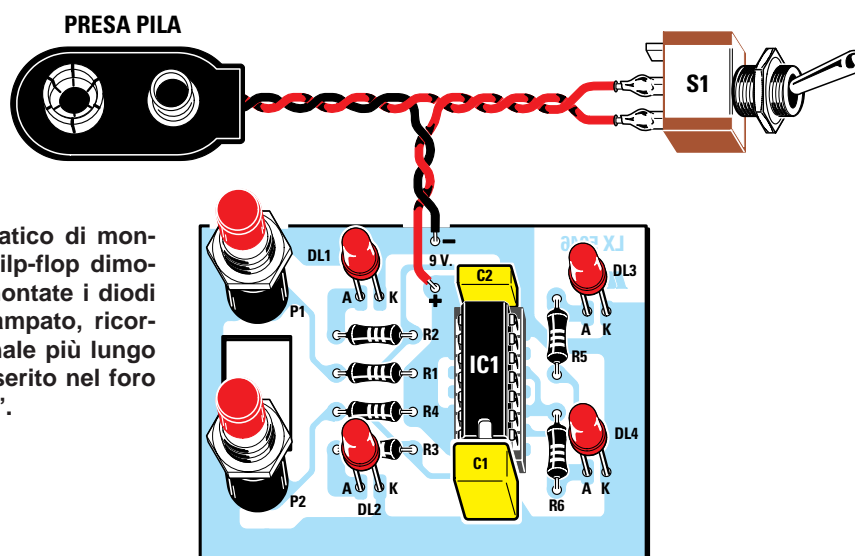



Fig.555 Schema pratico di montaggio del nostro filp-flop dimostrativo. Quando montate i diodi led sul circuito stampato, ricordatevi che il terminale più lungo (vedi fig.559) va inserito nel foro contrassegnato "A".

Fig.556 Ecco come si presenta a montaggio ultimato il circuito del flip-flop riportato in fig.553.
Prima di saldare sul circuito stampato i terminali dei diodi led, controllate che la loro testa fuoriesca leggermente dai quattro fori presenti sul coperchio del mobile plastico, poi quando inserite nel suo zoccolo l'integrato 4011, verificate che la sua tacca di riferimento a U risulti rivolta verso il condensatore C1 (vedi fig.555).

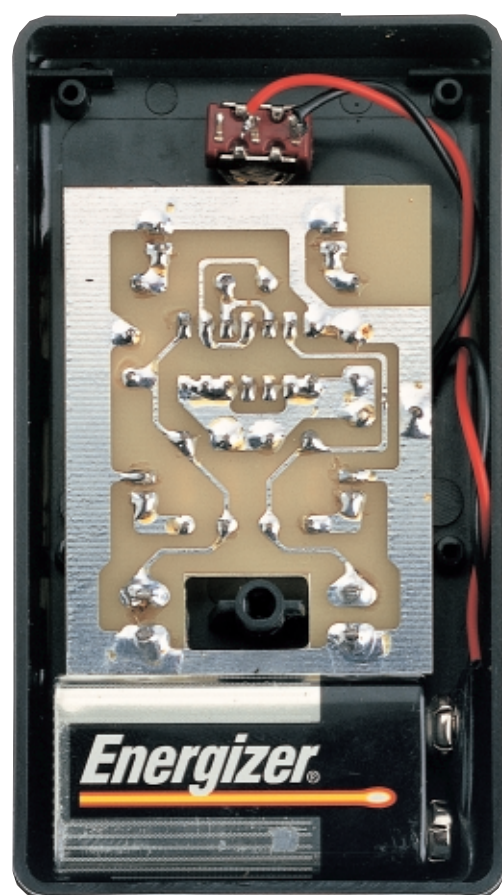
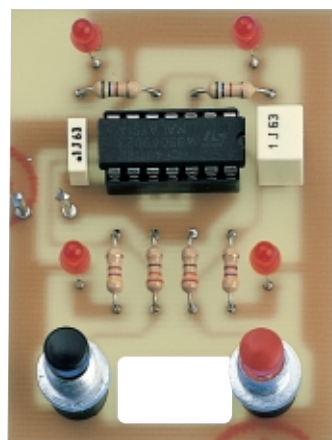



Fig.557 Foto del circuito stampato già fissato all'interno del mobile. Nello spazio disponibile nella parte inferiore del mobile troverà posto la pila da 9 volt che vi servirà per alimentare il circuito. Il circuito stampato viene tenuto bloccato nel mobile tramite i dadi dei pulsanti P1-P2.

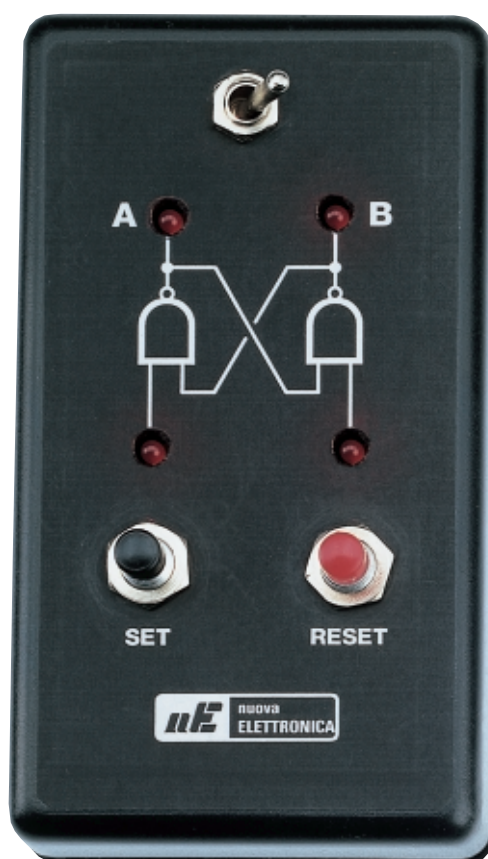



Fig.558 Sul mobile plastico andrà applicata l'etichetta autoadesiva con sopra stampato il simbolo grafico del flip-flop.
Dopo aver fissato l'etichetta, dovete forare il mobile per far fuoriuscire le teste dei diodi led e il corpo dell'interruttore S1 e dei pulsanti di Set e Reset.

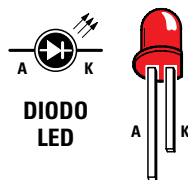
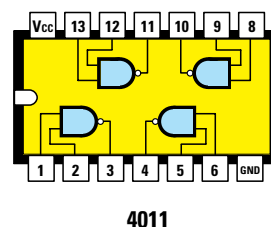



Fig.559 Nei diodi led, il terminale più lungo è l'Anodo e il più corto è il Catodo. Sulla destra abbiamo riportato le connessioni dell'integrato C/Mos 4011 viste da sopra e con la tacca di riferimento a U rivolta verso sinistra.

C1 da **1 microfarad** che, all'accensione del circuito, forza l'uscita di **IC1/B** a **livello logico 1**.

Per accendere il diodo led **DL3**, collegato all'uscita del Nand **IC1/A**, è necessario premere il pulsante **Set** in modo da portare a **livello logico 0** il suo piedino d'ingresso; infatti, non appena premiamo il pulsante **Set** si spegne il diodo led **DL1**.

Per riaccendere il diodo led **DL4**, collegato all'uscita del Nand **IC1/B**, è necessario premere il pulsante **Reset** in modo da portare a **livello logico 0** il suo piedino d'ingresso; infatti, non appena premiamo il pulsante **Reset** si spegne il diodo led **DL2**.

SCHEMA ELETTRICO e PRATICO

Poichè nell'integrato C/Mos **4011** sono presenti **4 Nand** (vedi fig.559) e per questo flip-flop ne occorrono soltanto **2** ovviamente si userà soltanto metà integrato.

Come potete vedere in fig.553, in ogni ingresso è stato inserito un diodo led per indicare visivamente, tramite la sua accensione, il **livello logico 1**.
Solo premendo uno dei due tasti **Set** e **Reset** il diodo led ad essi collegato si spegne, per indicare la **condizione logica 0** degli ingressi.

Per montare questo circuito dovete procurarvi il kit **LX.5046**, nel cui blister sono contenuti il circuito stampato, già inciso e forato, e tutti i componenti richiesti **esclusa** la pila da **9 volt**.

Vi consigliamo di iniziare il montaggio inserendo nel circuito stampato lo **zoccolo** per l'integrato **IC1** e saldandone i piedini sulle sottostanti piste in rame.

Completata questa operazione, potete montare tutte le **resistenze** e i due **condensatori** poliestere siglati **C1** e **C2**.

Sarà quindi la volta dei due pulsanti **P1-P2** che vanno pressati a fondo nello stampato.
Di seguito montate i quattro **diodi led** inserendo il terminale **più lungo** nel foro contrassegnato dalla lettera **A** e il terminale **più corto** nel foro contrassegnato dalla lettera **K**.

Prima di saldare sul circuito stampato questi diodi led, verificate che le loro teste fuoriescano leggermente dal frontale del contenitore.

Per completare il montaggio inserite la **presa pila** e l'interruttore **S1** e poi l'integrato **4011** nel relativo zoccolo, rivolgendo verso il condensatore **C1** la tacca di riferimento a **U** presente sul suo corpo.

Se ora innestate una pila da **9 volt** nella sua presa, poi premete il tasto **Set** e poi il **Reset**, vedrete accendersi i due diodi led posti sugli ingressi e il solo diodo led posto sull'uscita di **IC1/B**.

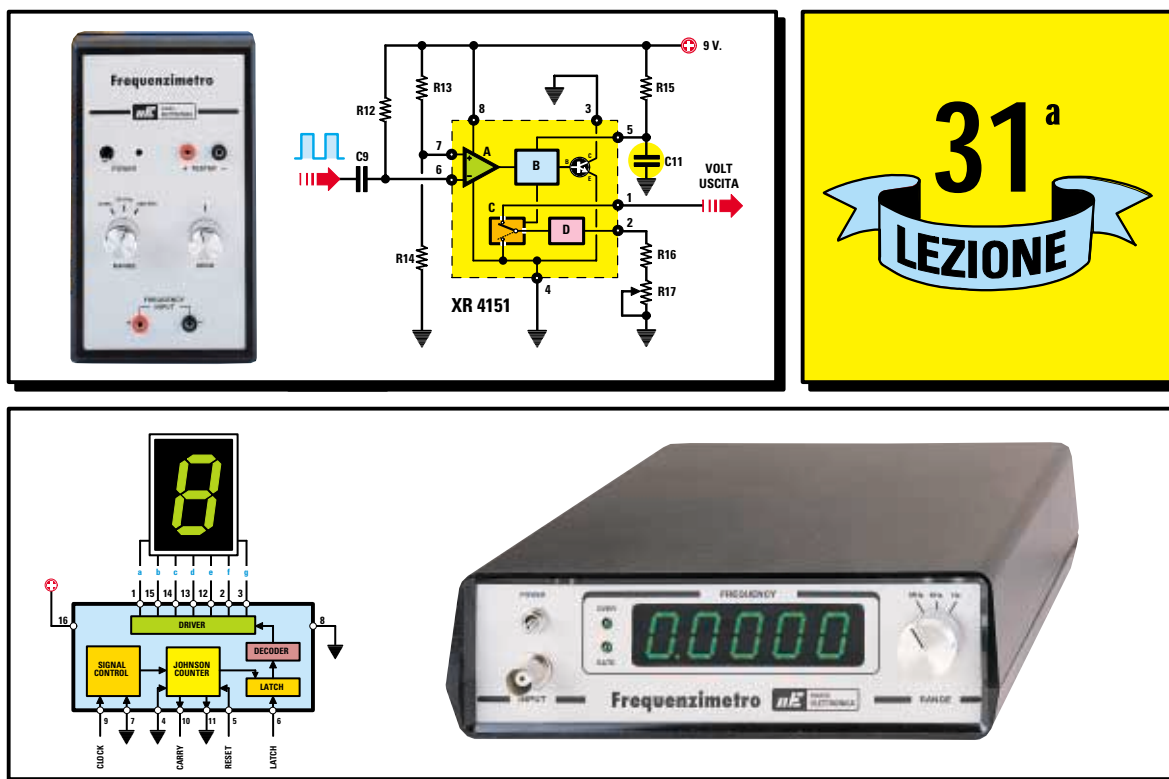
Per rendere questo circuito esteticamente apprezzabile, abbiamo ricercato un piccolo contenitore plastico nel quale inserirlo e abbiamo fatto stampare un'etichetta **autoadesiva** con il simbolo grafico del flip-flop (vedi fig.558).

Questa etichetta va applicata sul contenitore, rivolgendo il logo **NE Nuova Elettronica** verso il basso dove è presente il vano per la **pila** (vedi fig.557).

Per far fuoriuscire i due pulsanti e il deviatore **S1** dovete praticare sulla superficie di questo mobile tre fori da **7 mm**, mentre per i diodi led quattro fori da **3,5 mm**.

COSTO di REALIZZAZIONE

Costo di tutti i componenti necessari per realizzare il flip-flop **LX.5046** visibile nelle figg.555-556, compresi un mobile plastico e un'etichetta autoadesiva da applicare sul coperchio (vedi fig.558)
Lire 18.000 **Euro 9,30**

Su richiesta possiamo fornirvi anche il solo circuito stampato **CS LX.5046** a **Lire 2.500**, **Euro 1,30** ma non dimenticatevi che le **Poste italiane** per consegnarvi questo pacco vi chiederanno in più **7.000 Lire** pari a **Euro 3,62** quindi risulta sempre più vantaggioso acquistare il kit completo.

*imparare l'*ELETTRONICA *partendo da* ZERO

Bisogna ammettere che l'elettronica emana un certo fascino tanto da riuscire ad ammaliare chiunque le si avvicini. Grazie alle lezioni del corso "**Imparare l'elettronica partendo da zero**" da noi pubblicate, siamo riusciti a contagiare con questo "virus" dell'elettronica tantissimi giovani che ormai non riescono più a guarire.

Anche se ci sentiamo responsabili di questa infezione collettiva, dobbiamo ammettere che tutti coloro che abbiamo contagiato ci ringraziano, perchè leggendo le nostre lezioni ora riescono finalmente a distinguere senza esitazioni un transistor **PNP** da un **NPN**, un diodo **raddrizzatore** da un diodo **Triac**, una porta digitale **Nand** da una porta **Nor**, ecc.

Per passare dalla **teoria** alla **pratica**, cioè per iniziare ad eseguire dei montaggi, è indispensabile possedere diversi **strumenti** di **misura**, ma spesso ci si limita ad acquistare un solo **tester** perchè con questo strumento si riescono già a misurare i **volt**, gli **amper** e gli **ohm**.

Oltre al **tester** sarebbe necessario possedere un **capacimetro** per misurare la capacità dei **condensatori**, un **oscillatore** di **BF** per generare dei segnali sinusoidali o triangolari ed infine un **frequenzimetro** per leggere con precisione il valore di una **frequenza**.

Nelle lezioni precedenti vi abbiamo insegnato a realizzare questi utili strumenti in versione **economica**, ad eccezione del **Frequenzimetro**, che vi proponiamo ora nella versione **analogica** e nella versione **digitale**.

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

FREQUENZIMETRO ANALOGICO da utilizzare con un TESTER

Per leggere una **frequenza** con un **tester** occorre un integrato che provveda a **convertire** gli **Hertz** e i **Kilohertz** in una **tensione continua**.

Un integrato in grado di svolgere questa funzione porta la sigla **XR.4151** e, come potete vedere in fig.560, dispone di **4+4** terminali.

La **frequenza** da convertire viene applicata, tramite il condensatore **C9**, sul suo piedino d'ingresso **6**. Facciamo presente che il segnale da applicare su questo piedino deve essere necessariamente ad **onda quadra**, quindi chi tentasse di applicare su questo ingresso dei segnali **sinusoidali** o a **dente** di **sega**, **non** otterrebbe nessuna **conversione**.

Dal piedino d'uscita **1** di questo integrato viene prelevata una **tensione continua**, proporzionale al valore della **frequenza** e al valore del condensatore **C11** applicato tra il piedino **5** e la **massa** (vedi fig.560).

La formula per calcolare il valore del condensatore **C11** in **picofarad** è la seguente:

C11 pF = 750.000 : (11 x R15 in kiloohm)

Poichè la resistenza **R15** è da **6,8 kiloohm**, per **C11** si deve usare un condensatore da:

750.000 : (11 x 6,8) = 10.026 picofarad

valore che possiamo arrotondare a **10.000 pF**.

Applicando sull'ingresso di questo **convertitore** una gamma di frequenze comprese tra **100 Hz** e **3.000 Hz**, sul tester leggeremo queste tensioni:

TABELLA N.32

frequenza in Hertz	tensione uscita
100 Hz	0,1 volt
200 Hz	0,2 volt
500 Hz	0,5 volt
1.000 Hz	1,0 volt
1.500 Hz	1,5 volt
2.000 Hz	2,0 volt
2.500 Hz	2,5 volt
3.000 Hz	3,0 volt

Dopo avervi presentato il **convertitore** di **frequenza/tensione** (vedi **IC4**), possiamo passare a descrivere lo schema elettrico completo di questo frequenzimetro riprodotto in fig.562.

Poichè quasi tutte le **frequenze** che andremo a misurare avranno una forma d'onda **sinusoidale** o **triangolare**, sapendo che l'integrato **XR.4151** accetta sull'ingresso solo segnali ad **onda quadra**, dovremo convertirle e, per farlo, utilizzeremo i due operazionali che nello schema elettrico abbiamo siglato **IC1/A** e **IC2**.

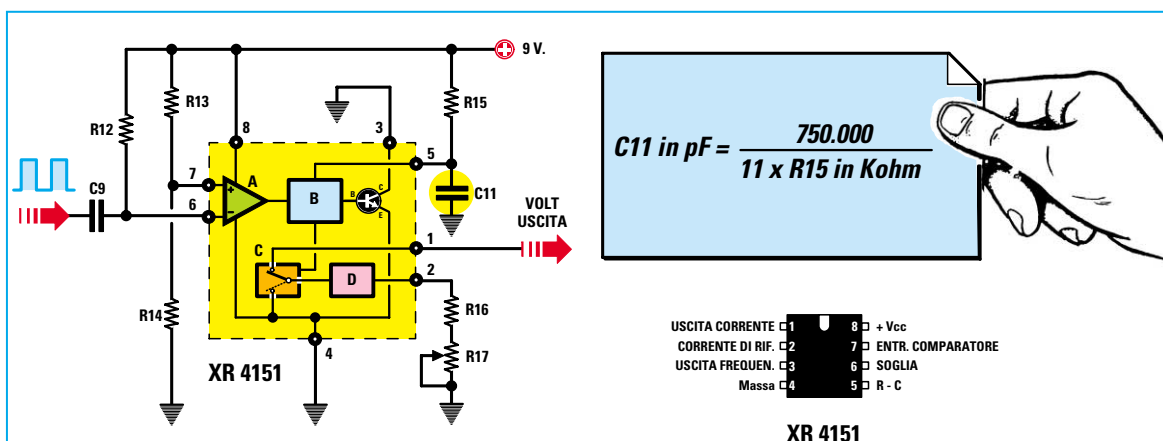



Fig.560 Per convertire una frequenza da 0 a 3.000 Hz in una tensione continua che raggiunga un valore massimo di 3 volt si utilizza l'integrato XR.4151. La frequenza da convertire viene applicata sul piedino 6, mentre dal piedino 1 viene prelevata la tensione continua da applicare al tester. In questo circuito il valore del condensatore C11 va calcolato con la formula riportata nel riquadro azzurro. Il trimmer R17 va ruotato fino a leggere sul tester una tensione di 3 volt con una frequenza di 3.000 Hz.

Fig.561 Per leggere la tensione potete utilizzare un tester analogico a lancetta oppure un tester digitale con display LCD.

Il primo operazionale **IC1/A** viene usato come stadio amplificatore e il segnale da amplificare viene applicato sul suo ingresso **non invertente** (vedi piedino **5**).

I due **diodi** al silicio **DS1-DS2** posti in opposizione di polarità tra l'ingresso e la **massa**, servono a proteggere l'integrato da eventuali **extratensioni** che potrebbero giungere sul suo ingresso.

Il segnale amplificato dall'operazionale **IC1/A** viene trasferito, tramite il condensatore **C4**, sul piedino **invertente** (vedi piedino **3**) del secondo operazionale siglato **IC2**, un **LM.311**, che provvede a trasformare in **onda quadra** qualsiasi forma d'onda giunga sul suo ingresso.

L'onda quadra che esce dal piedino **7** di **IC2** viene inviata sulla **1° posizione** del commutatore rotativo **S1** (vedi **3 KHz**) e anche sul piedino **2** di **IC3**, che è un integrato **C/Mos** tipo **4518** composto da **2 divisori x10**.

Anche se vi abbiamo già presentato questo integrato **4518** nelle **Lezioni N.17-23**, in fig.564 vi riproponiamo il suo schema a blocchi interno perchè possiate seguire più agevolmente lo schema elettrico.

La frequenza che applicheremo sul piedino **2** del **4518** uscirà dal piedino **6** divisa **x10**, rientrerà nel piedino **10** ed uscirà dal piedino **14** divisa **x100**.

Ruotando il commutatore **S1** sulla **1° posizione**, sull'ingresso del **convertitore IC4** applicheremo la

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

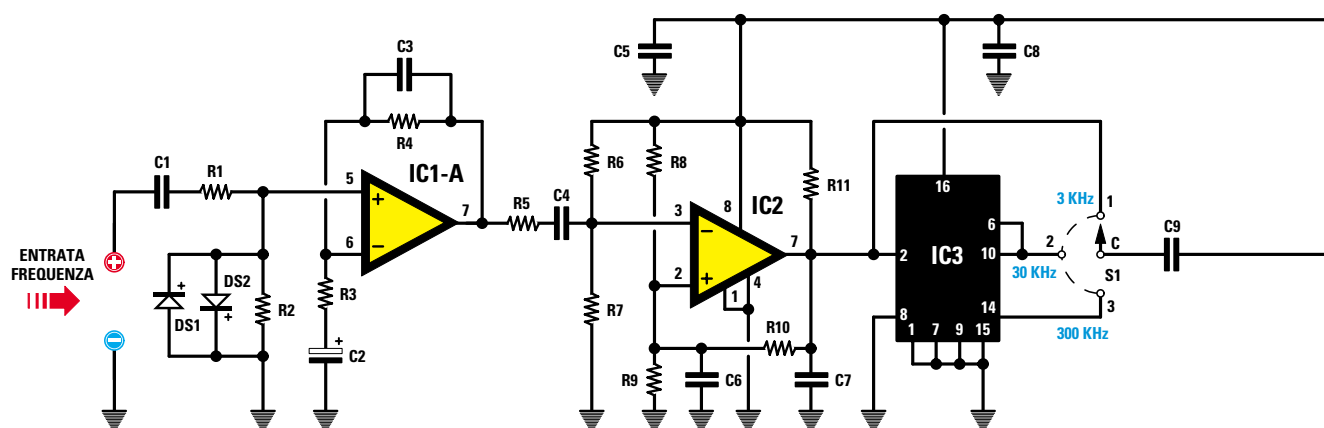
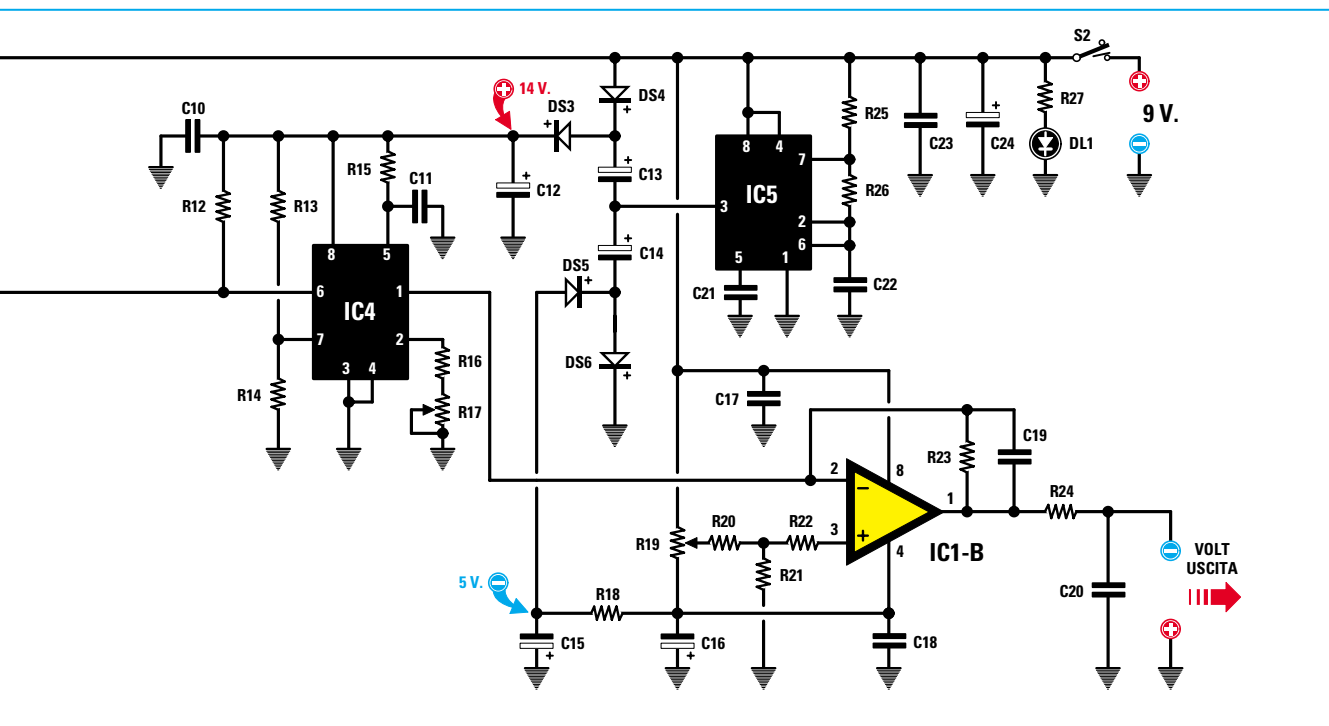



Fig.562 Schema elettrico del frequenzimetro analogico LX.5047. Il commutatore rotativo S1 permette di ottenere una tensione di 3 volt, con frequenze di 3-30-300 KHz.

ELENCO COMPONENTI LX.5047

R1 = 10.000 ohm
R2 = 100.000 ohm
R3 = 1.000 ohm
R4 = 10.000 ohm
R5 = 4.700 ohm
R6 = 100.000 ohm
R7 = 100.000 ohm
R8 = 100.000 ohm
R9 = 100.000 ohm
R10 = 1 megaohm
R11 = 1.500 ohm
R12 = 10.000 ohm
R13 = 10.000 ohm
R14 = 56.000 ohm
R15 = 6.800 ohm
R16 = 12.000 ohm
R17 = 5.000 ohm trimm. 10 giri
R18 = 100 ohm
R19 = 47.000 ohm pot. lin.
R20 = 100.000 ohm
R21 = 100 ohm
R22 = 100.000 ohm
R23 = 100.000 ohm
R24 = 10 ohm
R25 = 10.000 ohm
R26 = 12.000 ohm
R27 = 1.000 ohm
C1 = 220.000 pF poliestere
C2 = 10 microF. elettrolitico
C3 = 33 pF ceramico
C4 = 100.000 pF poliestere
C5 = 100.000 pF poliestere
C6 = 150 pF ceramico
C7 = 220 pF ceramico
C8 = 100.000 pF poliestere
C9 = 470 pF ceramico
C10 = 100.000 pF poliestere
C11 = 10.000 pF poliestere
C12 = 10 microF. elettrolitico
C13 = 10 microF. elettrolitico
C14 = 10 microF. elettrolitico
C15 = 10 microF. elettrolitico
C16 = 10 microF. elettrolitico
C17 = 100.000 pF poliestere
C18 = 100.000 pF poliestere
C19 = 1 microF. poliestere
C20 = 100.000 pF poliestere
C21 = 10.000 pF poliestere
C22 = 10.000 pF poliestere
C23 = 100.000 pF poliestere
C24 = 100 microF. elettrolitico
DS1-DS6 = diodi tipo 1N.4148
DL1 = diodi led
IC1 = integrato NE.5532
IC2 = integrato LM.311
IC3 = integrato CD.4518
IC4 = integrato XR.4151
IC5 = integrato NE.555
S1 = comm. 3 pos.
S2 = interruttore

Fig.563 Connessioni viste da sopra degli integrati utilizzati in questo progetto rivolgendo verso sinistra la loro tacca di riferimento a U. Le connessioni dell'integrato convertitore tensione-frequenza, siglato XR.1451, sono riprodotte in fig.560.

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

frequenza che esce dall'operazionale **IC2**, quindi in questa posizione potremo leggere una frequenza massima di **3.000 Hz** pari a **3 KHz**.

Ruotando il commutatore **S1** sulla **2° posizione**, sul piedino d'ingresso del **convertitore IC4** applicheremo la frequenza che esce dai piedini **6-10** dell'integrato **IC3** divisa **x10**, quindi in questa posizione potremo leggere una frequenza massima di **30.000 Hz** pari a **30 KHz**.

Ruotando il commutatore **S1** sulla **3° posizione**, sul piedino d'ingresso del **convertitore IC4** applicheremo la frequenza che esce dal piedino **14** dell'integrato **IC3** divisa **x100**, quindi in questa posizione potremo leggere una frequenza massima di **300.000 Hz** pari a **300 KHz**.

La tensione **continua** che esce dal piedino **1** del **convertitore IC4**, viene applicata sull'ingresso **invertente** (piedino 2) dell'operazionale **IC1/B** e prelevata dal suo piedino d'uscita per farla giungere sulle due boccole alle quali è collegato il **tester** (vedi fig.573-574).

Il potenziometro **R19** applicato sull'ingresso **non invertente** di **IC1/B** serve per portare la lancetta del **tester** sullo **0** in assenza di segnale.
Vi facciamo notare che il terminale **positivo** del **tester** va collegato alla boccola di **massa**, mentre il terminale **negativo** alla boccola d'uscita dell'operazionale **IC1/B**.
Guardando lo schema elettrico, in alto a destra si può notare un integrato siglato **IC5**, un comune **NE.555**, che in questo schema utilizziamo per ot-

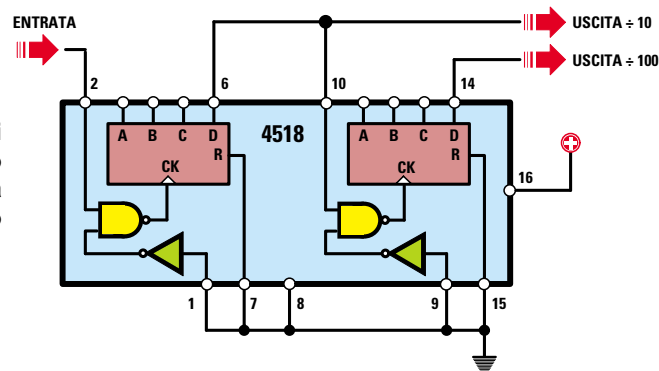
Fig.564 Applicando una qualsiasi frequenza sull'ingresso del doppio divisore 4518 (IC3), dal piedino 6 la preleverete divisa x10 e dal piedino 14 divisa x100.

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

Fig.565 Formula per calcolare la frequenza generata dallo stadio oscillatore NE.555 (vedi IC5). Il valore delle resistenze va espresso in kiloohm e quello del condensatore in nanofarad.

tenere una tensione **positiva** di **14 volt**, per alimentare i piedini **5-8** dell'integrato **XR.4151** e una tensione **negativa** di **5 volt**, che utilizziamo per alimentare il piedino **4** dell'operazionale **IC1/B**.

Per ottenere una tensione di **+14 volt** e una di **–5 volt**, questo integrato **NE.555** viene utilizzato come **oscillatore** in grado di generare un'**onda quadra** con una frequenza di **4.000 Hz** circa, che preleviamo dal suo piedino d'uscita **3**.

La formula per conoscere il valore della **frequenza** generata da questo **oscillatore** è la seguente:

Hertz = 1.440.000 : [(R25+R26+R26) x C22]

Nota: il valore delle resistenze va espresso in **kiloohm** e quello del condensatore in **nanofarad**.

Con i valori indicati nell'elenco componenti si otterrà questa **frequenza**:

1.440.000 : [(10+12+12) x 10] = 4.235 Hertz

L'onda quadra prelevata dal piedino **3** e raddrizzata dal diodo **DS5**, fornisce una tensione **negativa** di circa **5 volt** (notate il suo terminale **+** rivolto verso l'elettrolitico **C14**), che utilizziamo per alimentare il piedino **4** di **IC1/B**.

La stessa onda quadra, prelevata dal piedino **3**, ma raddrizzata dal diodo **DS3**, fornisce una tensione **positiva** di **5 volt** (notate il suo terminale **+** rivolto verso l'elettrolitico **C12**), ma a questa tensione si **sommerà** anche la tensione **positiva** dei **9 volt** che il diodo **DS4** invia verso il diodo **DS3**: ai capi dell'elettrolitico **C12** sarà quindi presente una tensione **positiva** di **5+9 = 14 volt**, che viene utilizzata per alimentare i piedini **5-8** di **IC4**.

In teoria l'integrato **XR.4151** si potrebbe alimentare anche con una tensione di **9 volt**, anzichè di **14 volt**, ma per sicurezza è meglio alimentarlo con una tensione maggiore, perchè se la tensione della pila dovesse scendere al di sotto degli **8,5 volt**, questo integrato non sarebbe più in grado di **convertire** alcuna **frequenza** in una **tensione**.

Alimentandolo con una tensione di **14 volt** avremo la certezza che, anche se la tensione della pila dovesse scendere a **8 volt**, sull'integrato giungerà sempre una tensione non minore di **5+8 = 13 volt**.

REALIZZAZIONE PRATICA

A chi ci richiederà il kit **LX.5047** invieremo tutti i componenti necessari per completare questo progetto, più un circuito stampato già inciso e forato e un mobile plastico completo di una mascherina di alluminio serigrafata.
Anche se in questo circuito stampato bisogna collocare ben **65** diversi componenti elettronici, non preoccupatevi perchè, seguendo le nostre istruzioni, riuscirete a completarlo senza incontrare alcuna difficoltà.

Una volta in possesso del circuito stampato, iniziate con l'inserire uno per volta gli **zoccoli** relativi agli integrati **IC1-IC2-IC3-IC4-IC5**.

Prima di saldare i piedini di questi zoccoli sulle piste in rame del circuito stampato, rileggete la **5° Lezione** soffermandovi sulla fig.141.

Ricordate che il segreto per far funzionare una qualsiasi apparecchiatura elettronica sta tutto nelle **saldature**, quindi eseguitele con la massima accuratezza usando dello **stagno** di ottima qualità.

Completate le saldature, vi consigliamo di verificare se **tutti** i terminali risultano saldati, perchè nella fretta potreste averne **dimenticato** qualcuno, oppure potreste aver **cortocircuitato** due piedini adiacenti con una grossa goccia di stagno.

In secondo luogo, vi consigliamo di inserire nel circuito stampato i **6 diodi** al silicio.

Il diodo siglato **DS1** va posto vicino all'integrato **IC1**, rivolgendo la **fascia nera** che contorna il suo corpo verso **IC1** ed il diodo siglato **DS2**, rivolgendo la sua **fascia nera** verso il basso (vedi fig.566).

Il diodo siglato **DS3** va montato vicino al condensatore **C21** orientando la sua **fascia nera** verso si-

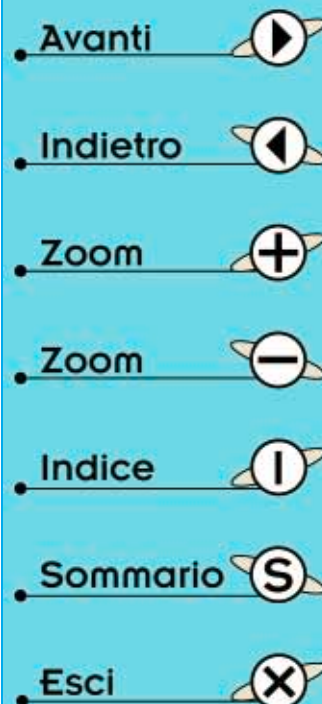



Fig.566 Schema pratico di montaggio del frequenzimetro analogico LX.5047. Prima di fissare sul circuito stampato il commutatore rotativo S1 e il potenziometro R19 dovete accorciare i loro perni come visibile in fig.568. La frequenza da misurare viene applicata sulle due boccole poste in basso e la tensione da applicare al tester dalle due boccole poste il alto. Nell'inserire gli integrati nei rispettivi zoccoli, controllate che la loro tacca di riferimento a forma di U risulti rivolta in basso.

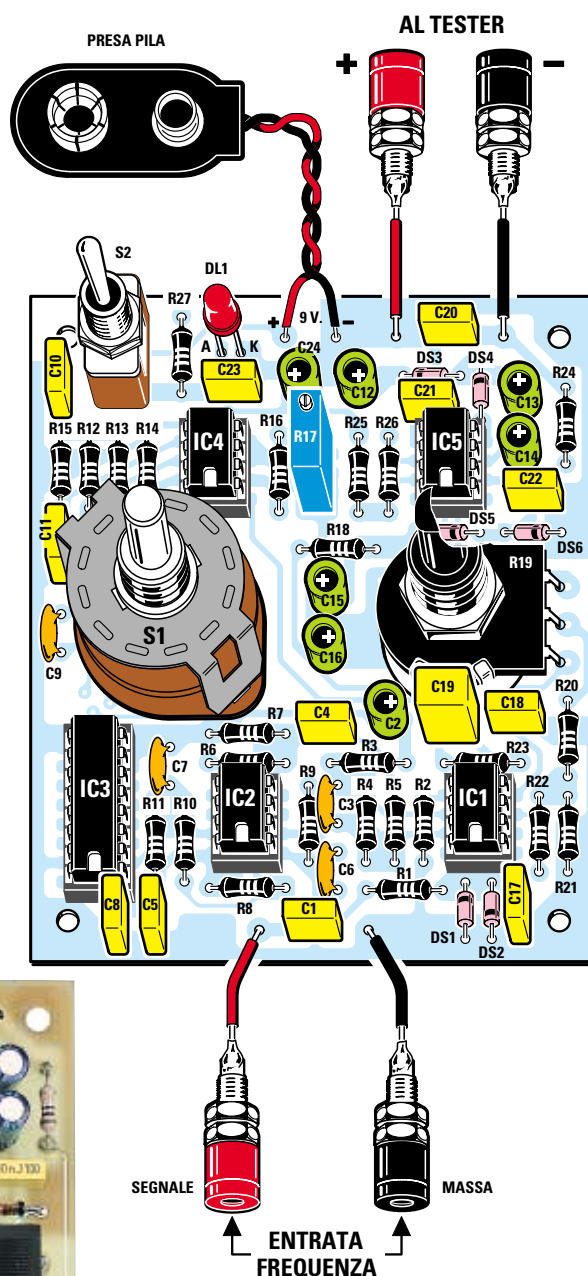
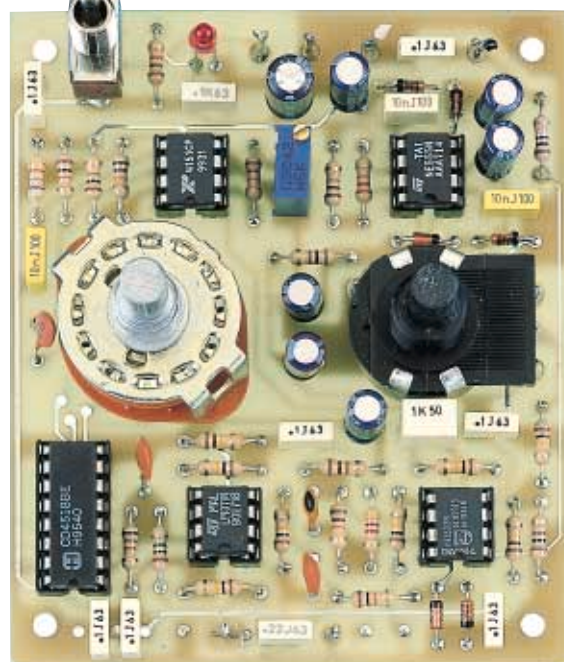
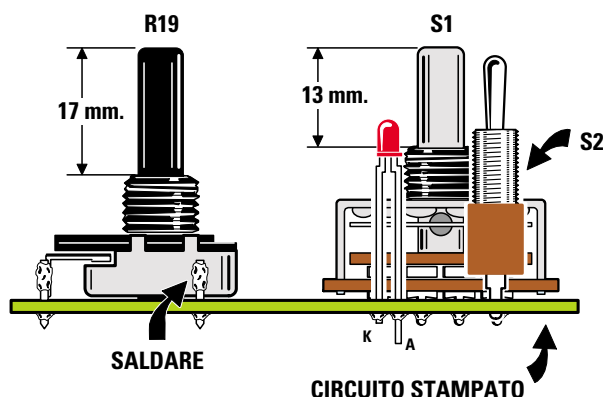



Fig.567 Foto del circuito stampato del frequenzimetro analogico con già sopra montati tutti i componenti. La vite posta sul corpo del trimmer multigiri R17 è quella del cursore di taratura.

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

Fig.568 In questo disegno potete osservare di quanto sia necessario accorciare i perni del commutatore S1 e del potenziometro R19. La testa del diodo led deve uscire leggermente dal pannello frontale del mobile plastico.

nistra, mentre il diodo siglato **DS4** va posto vicino al condensatore elettrolitico **C13** orientando la sua **fascia nera** verso lo zoccolo dell'integrato **IC5**.

I diodi siglati **DS5-DS6** vanno collocati nello spazio ad essi riservato vicino al potenziometro **R19**, rivolgendo verso destra il lato del loro corpo contraddistinto dalla **fascia nera**.
Nota: orientando la **fascia nera** di questi diodi in senso opposto a quello visibile nello schema pratico di fig.566, il circuito **non** funzionerà.

Proseguendo nel montaggio, inserite tutte le **resistenze** nelle posizioni contrassegnate.
In tutti i nostri **circuiti stampati** è riportato un **disegno** serigrafico (che non appare nelle foto), con il **simbolo** di ogni componente completo della **sigla**, che semplificherà l'operazione di montaggio.

Prima di inserire le resistenze, vi consigliamo di **decifrarne** i **codici** a **colori** e, per farlo, di disporle in fila sul vostro banco da lavoro: **R1-R2-R3-R4**, ecc.

In questo modo, se per caso vi sbagliaste a decifrare un colore, confondendo un **rosso** con un **marrone** oppure un **giallo** con un **arancione**, potrete rimetterlo in ordine sul tavolo prima di inserirlo nel circuito stampato.

Se salderete sul circuito stampato un valore ohmico **errato**, dovrete **dissaldare** la resistenza "sbagliata" per inserire il giusto valore con il rischio di rovinare le sottostanti piste in rame.

Dopo le resistenze potrete inserire il **trimmer multigiri** siglato **R17**, poi tutti i **condensatori ceramici** e i **poliestere**.

A chi dovesse incontrare qualche difficoltà nel decifrare il valore in **picofarad** stampigliato sul corpo di questi condensatori, consigliamo di consultare le **pagg.45-46** del nostro **primo** volume "**Imparare l'elettronica partendo da zero**" dove sono riportate tutte le sigle usate dalle Case Costruttrici.

Gli ultimi **condensatori** da inserire nel circuito stampato sono gli **elettrolitici** che, come saprete, sono **polarizzati**, cioè hanno un terminale **positivo** ed uno **negativo** che **non** dovrete invertire.

Noterete che uno dei due fori in cui vanno inseriti i terminali di tali condensatori, è contrassegnato dal simbolo **+** ed è perciò il **positivo**.

Se non incontrerete alcuna difficoltà ad individuare sul circuito stampato il **foro positivo**, perchè vicino a questo troverete un **+**, lo stesso non può dirsi per i **due** terminali che fuoriescono dal corpo di questi condensatori, perchè su questi **non** appare alcun segno.

Come potete vedere in fig.572, sul corpo di questi condensatori, in corrispondenza del terminale **negativo**, può comparire il segno **–**.
Se siete degli attenti osservatori noterete che i due terminali hanno una **diversa** lunghezza, infatti il terminale **positivo** risulta sempre **più lungo** del terminale **negativo**.

Per completare il montaggio, mancano sul circuito stampato il deviatore a levetta **S2**, il commutatore rotativo **S1**, il potenziometro **R19**, il diodo led **DL1**, la **presa** pila e le **boccole** d'entrata e d'uscita.

Come primo componente potete inserire nel circuito stampato il deviatore **S2**.
Se i suoi terminali entrano con difficoltà nei fori dello stampato, **non allargateli** con una punta da trapano, perchè essendo questo un circuito stampato a **doppia faccia** con fori metallizzati, se **allar-**

gherete i fori, andrete a **togliere** quel sottile strato di rame presente all'interno del foro che serve per collegare elettricamente la pista superiore con quella sottostante: **assottigliate**, invece, con una lima i terminali del deviatore.

Come secondo componente potete inserire il commutatore rotativo **S1**, ma prima di farlo dovete **accorciare** con un piccolo seghetto il suo perno in modo che risulti lungo circa **13 mm** (vedi fig.568), diversamente vi ritroverete con una manopola troppo distanziata dal pannello del mobile.
Dopo aver fatto entrare tutti i terminali di questo commutatore nei fori dello stampato, dovete saldarli sulle piste in rame sottostanti.

Come terzo componente montate il potenziometro **R19**, ma prima di farlo dovete **accorciare** con un piccolo seghetto il suo perno in modo che risulti lungo circa **17 mm** (vedi fig.568).

Con degli spezzoni di filo di rame nudo (potete usare quelli che vi rimarranno dopo aver tranciato i terminali delle resistenze), collegate le piste del circuito stampato con i tre terminali presenti sul corpo del potenziometro.

L'ultimo componente che dovete inserire è il diodo led **DL1**, che collocherete vicino al condensatore poliestere **C23** rivolgendo il suo terminale **più lungo** (vedi lettera **A**) verso l'interruttore **S2**.
Poichè la testa di questo diodo led deve uscire per pochi millimetri dal pannello frontale del mobile, prima di saldarne i terminali dovete verificarne la lunghezza.
Nei punti dello stampato ai quali andranno collegati i fili della **presa pila**, quelli delle **boccole** del **tester** e quelli dell'ingresso **frequenza**, dovete saldare i corti terminali capifilo a forma di spillo che troverete nel kit.

Completato il montaggio, prendete tutti gli integrati ed inseriteli nei rispettivi zoccoli, rivolgendo verso il basso (vedi fig.566) la tacca di riferimento a forma di **U** impressa sul loro corpo.

A questo punto potete fissare all'interno del mobile plastico il circuito stampato con quattro viti autofilettanti, dopodichè potete prendere il coperchio ed incollare sopra ad esso la mascherina frontale di alluminio.
Poichè il coperchio di questo mobile **non è forato**, questa mascherina vi servirà per stabilire con quale diametro e in quale posizione dovete praticare i fori per far uscire i perni del potenziometro **R19**, dei due commutatori **S1-S2** e delle **boccole**.

Come potete vedere in fig.569, prima di fissare le boccole nel mobile dovete sfilare dal loro corpo la **rondella** di **plastica** posteriore, inserendola poi dalla parte interna del coperchio.
Questa rondella serve per **isolare** il corpo metallico di questi componenti dalla mascherina di alluminio.

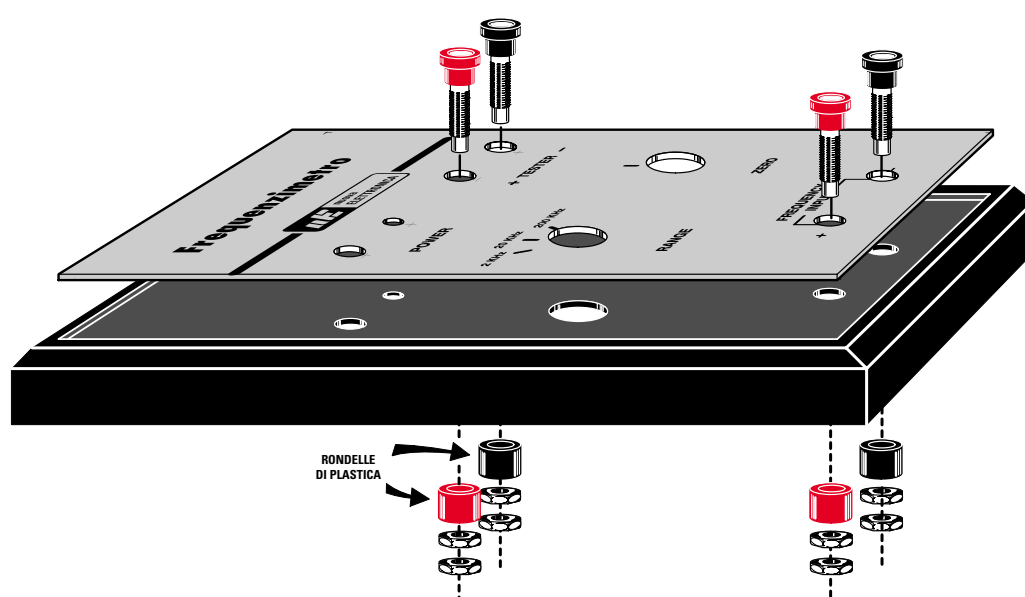



Fig.569 Prima di fissare le quattro boccole sul pannello del mobile dovete sfilare le loro rondelle di plastica, inserendole poi dalla parte interna del coperchio.

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

Fig.570 A sinistra, il circuito stampato fissato nel mobile con quattro viti autofilettanti. Nel vano presente nella parte alta del mobile troverà posto la pila da 9 volt.

Fig.571 A destra, ecco come si presenta il pannello frontale del mobile. Le quattro boccole vanno collegate al circuito stampato con degli spezzoni di filo di rame flessibile isolato in plastica (vedi fig. 566).

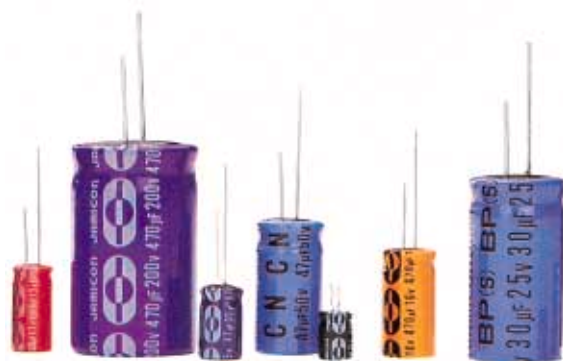



Fig.572 Nei condensatori elettrolitici il terminale positivo è sempre più lungo di quello negativo. Spesso in corrispondenza del solo terminale negativo appare il segno –.

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

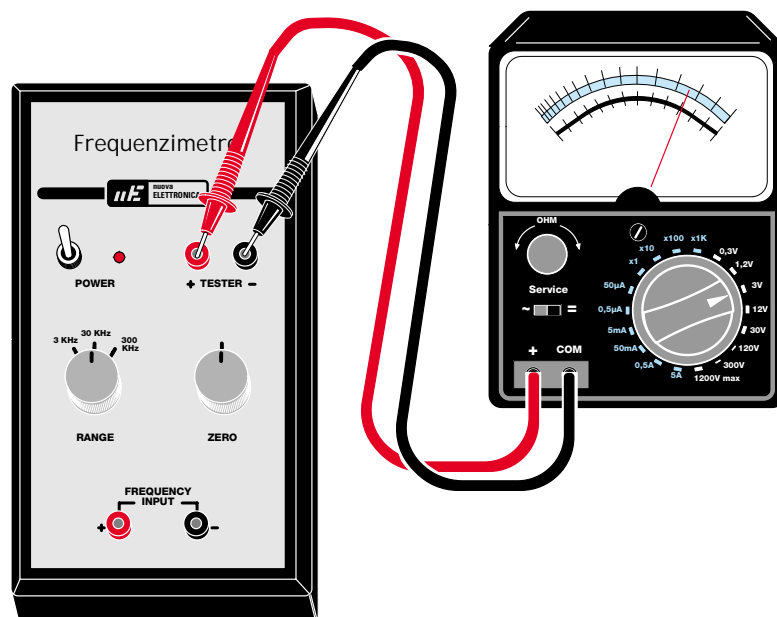



Fig.573 Chi dispone di un tester analogico dovrà commutarlo in "Volt CC" e sulla portata "3 Volt fondo scala". Dopo aver ruotato la manopola del potenziometro R19 fino a portare la lancetta dello strumento su 0 volt, dovrà applicare sull'ingresso una frequenza fissa, quindi tarare il cursore del trimmer multigiri R17 fino a leggere sul tester una tensione proporzionale alla frequenza d'ingresso (vedi Tabella N.32).

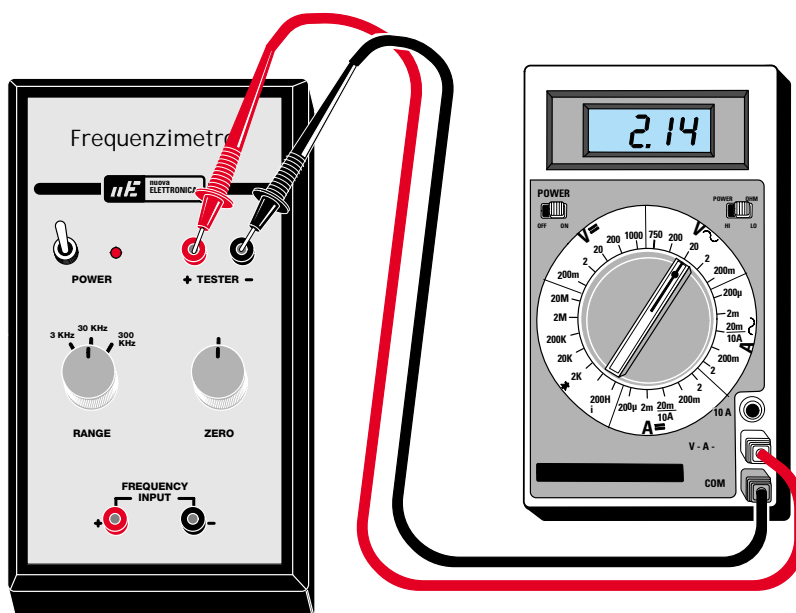



Fig.574 Chi dispone di un tester digitale dovrà commutarlo in "Volt CC" e sulla portata "20 Volt fondo scala". Dopo aver ruotato la manopola del potenziometro R19 fino a far apparire sui display il numero 0.00, potete applicare sull'ingresso una frequenza fissa, quindi tarare il cursore del trimmer multigiri R17 fino a leggere sul tester una tensione proporzionale alla frequenza d'ingresso (vedi Tabella N.32).

IL TESTER da UTILIZZARE

Completato il montaggio, per leggere il valore di una qualsiasi **frequenza** dovete collegare alle due boccole d'uscita i **puntali** di un **tester**, non importa se **analogico** o **digitale**.

Se disponete di un **tester analogico**, dovete commutarlo su **volt CC** e sulla portata dei **3 volt fondo scala** (vedi fig.573).

Se ruotate il commutatore **S1** del frequenzimetro sulla **1° portata** dei **3 KHz**, per far deviare la lancetta dello strumento sul **fondo scala** dovete applicare sull'ingresso una frequenza massima di **3.000 Hz** pari a **3 KHz**.

Se ruotate questo commutatore sulla **2° portata** dei **30 KHz**, per far deviare la lancetta dello strumento sul **fondo scala** dovete applicare sull'ingresso una frequenza massima di **30.000 Hz** pari a **30 KHz**.

Se lo ruotate sulla **3° portata** dei **300 KHz**, per far deviare la lancetta dello strumento sul **fondo scala** dovete applicare sull'ingresso una frequenza massima di **300.000 Hz** pari a **300 KHz**.

Utilizzando un **tester analogico** potete conoscere il valore di una **frequenza**, ma in modo molto approssimativo.

Infatti, se nella **1° portata** la lancetta si ferma su **1 volt**, potete solo affermare che questa frequenza si aggira intorno ai **1.000 Hz**, ma non potete sapere se è di **990 Hz** o di **1.050 Hz**.

Se ruotate il commutatore **S1** sulla **2° portata** e la lancetta si ferma nuovamente su **1 volt**, potete affermare che questa frequenza si aggira intorno ai **10.000 Hz**, ma non potete sapere se è di **9.950 Hz** oppure di **10.180 Hz**.

Per leggere una frequenza con una maggior precisione, conviene usare un **tester digitale** commutato sulla portata dei **20 Vcc** (vedi fig.574).

Se ruotate il commutatore **S1** sulla **1° portata** dei **3 KHz** ed applicate sull'ingresso una frequenza di **2.850 Hz**, sul display vedrete apparire il numero **2.85 volt**.

Se ruotate questo commutatore sulla **2° portata** dei **30 KHz** ed applicate sull'ingresso una frequenza di **21.400 Hz**, sui display vedrete apparire il numero **2.14 volt**, quindi basta aggiungere due **00** per leggere la frequenza esatta pari a **21.400 Hz**.

Se spostate il commutatore **S1** sulla **3° portata** dei **300 KHz** e sui display vedrete apparire il numero **1.55 volt**, è ovvio che questa frequenza corrisponderà a **155.000 Hz**.

TARATURA

- Acceso il frequenzimetro, ruotate il commutatore **S1** sulla **1°** portata dei **3 KHz**, poi **cortocircuitate** le boccole d'ingresso per evitare che entri del ronzio di alternata.

- Se utilizzate un **tester analogico**, ruotate il perno del potenziometro **R19** fino a portare la **lancetta** dello strumento su **0 volt**.

- Se utilizzate un **tester digitale**, ruotate il perno del potenziometro **R19** fino a far apparire sui **display** il numero **0.00 volt**.

Completata questa taratura, potete passare a quella del trimmer **R17**, che serve a definire il valore massimo del **fondo scala** per tarare il quale sarebbe necessario un **Generatore** di **BF**.

Se avete un amico che può prestarvelo, oppure che vi permette di andare a casa sua, collegate la sua uscita all'ingresso del vostro frequenzimetro, poi procedete come segue:

- Ruotate il commutatore **S1** sulla **1°** portata dei **3 KHz**, poi sintonizzate il **Generatore** di **BF** su una frequenza compresa tra i **2.000-3.000 Hz**.

- Collegate all'uscita del frequenzimetro un **tester,** possibilmente **digitale**, commutato sulla portata **20 volt CC**, poi ruotate il cursore del trimmer **R17** fino a leggere sui **display** il valore della frequenza prelevata dal **Generatore** di **BF**.

- Ammesso che la sintonia del **Generatore** di **BF** risulti di **2.500 Hz**, ruotate questo trimmer fino a leggere sui display **2.50 volt**.

Tarato il trimmer **R17** sulla **1°** portata dei **3 KHz**, automaticamente risulteranno tarate anche le altre due portate dei **30 KHz** e dei **300 KHz**.

LA SENSIBILITÀ D'INGRESSO

Per far funzionare questo frequenzimetro è necessario applicare sul suo ingresso un segnale **BF**, non importa se ad **onda sinusoidale** o **triangolare**, che abbia un'ampiezza **non minore** di **0,03 volt** che corrispondono a **30 millivolt**.
Non applicate mai sull'ingresso di questo frequenzimetro dei segnali con ampiezza maggiore di **50 volt** perchè potreste bruciare i due diodi **DS1-DS2**.

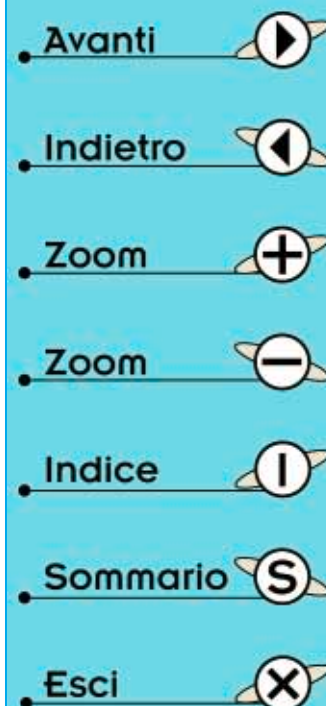



Fig.576 Ecco come si presenta il frequenzimetro digitale descritto in questa lezione.

FREQUENZIMETRO DIGITALE con 5 DISPLAY che legge fino a 10 MHz

Per conoscere l'esatto valore in **Hz-KHz-MHz** di una **frequenza**, dovete abbandonare i diversi frequenzimetri **analogici** ed indirizzarvi verso i frequenzimetri **digitali** perchè, anche se risultano più costosi, fanno vedere sui **display** l'esatta frequenza espressa in **numeri**.

Quindi se avete un frequenzimetro **digitale** commutato sulla portata **hertz** e sui display appare il numero **14562** (vedi fig.577), potete affermare che questo è l'esatto valore della frequenza misurata.

Se commutate questo stesso frequenzimetro sulla portata **kilohertz** e vedete apparire sui display il numero **225.48**, è ovvio che le prime tre cifre di sinistra saranno i **kilohertz** e le altre due cifre di destra, poste dopo il **punto**, saranno le **centinaia** e le **decine** di **hertz** (vedi fig.578).
Se a questo numero aggiungete uno **0** otterrete un valore di **225.480 hertz**.
Se lo ruotate sulla portata **megahertz** e sui display vedete apparire il numero **4.7548** (vedi fig.579), è ovvio che la prima cifra di sinistra sarà l'**unità** dei **megahertz**, mentre le altre quattro cifre di destra, poste dopo il **punto**, saranno le **centinaia-decine-unità** dei **kilohertz** e le **centinaia** di **hertz**.
Se a questo numero aggiungete i due zeri delle **decine** e delle **unità** degli **hertz**, otterrete un numero con **7 cifre**, cioè **4.754.800** quindi leggerete **4 megahertz**, **754 KHz** e **800 Hz**.

Fig.577 Con la manopola ruotata sulla portata "Hertz" potrete leggere fino ad una frequenza massima di 99.999 Hertz. Se appare questo numero, leggerete 14.562 Hertz.

Fig.578 Con la manopola ruotata sulla portata "Kilohertz" potrete leggere fino ad una frequenza massima di 999 Kilohertz. Se appare questo numero, leggerete 225,48 KHz.

Fig.579 Con la manopola ruotata sulla portata "Megahertz" potrete leggere fino ad una frequenza massima di 9 MHz. Se appare questo numero, leggerete 4 MHz e 754 KHz.

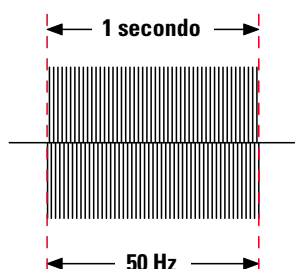
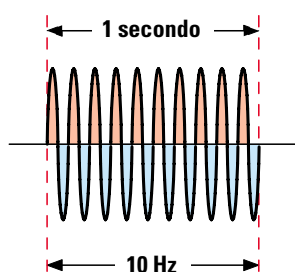
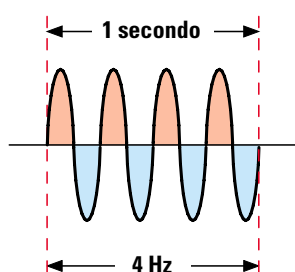



Fig.580 Per conoscere il valore di una frequenza bisogna stabilire quante sinusoidi si ripetono nel tempo di 1 secondo.
Alla frequenza di 4 Hertz si ripetono 4 sinusoidi, alla frequenza di 10 Hz si ripetono 10 sinusoidi e alla frequenza di 50 Hz si ripetono 50 sinusoidi: quindi, alla frequenza di 100,5 megahertz si ripetono ben 100.500.000 sinusoidi.
Per contare il numero di sinusoidi presenti in 1 secondo occorre una "porta" che si apra e si chiuda esattamente ogni secondo e un circuito che provveda a contare quante sinusoidi sono passate dalla "porta" in questo lasso di tempo.

TENSIONE ALTERNATA e FREQUENZA

Una tensione **alternata** è composta da **sinusoidi** che si ripetono all'infinito.

Per determinare il valore di una **frequenza**, espressa in **Hertz**, è necessario conoscere quante **sinusoidi** si ripetono nel tempo di **1 secondo**.

Se, ad esempio, prendiamo in considerazione la corrente elettrica che utilizziamo per accendere le **lampade** di casa, la **TV**, il **frigorifero**, l'**aspirapolvere**, ecc., che ha una frequenza di **50 Hertz**, possiamo affermare che in **1 secondo** vi sono **50 sinusoidi** (vedi fig.580).

Se abbiamo un oscillatore di **BF** che genera una frequenza di **3.500 Hz**, è sottinteso che in **1 secondo** vi sono ben **3.500 sinusoidi**.

Se abbiamo un oscillatore di **RF** che genera una frequenza di **100,5 megahertz**, in **1 secondo** vi sono ben **100.500.000 sinusoidi**.

Per contare queste **sinusoidi** è necessario un **timer** che tenga **aperta** una "porta" per un tempo esatto di **1 secondo** e un **contatore** che conti quante di queste sinusoidi riescono a passare in questo lasso tempo, infine un circuito elettronico che provveda a trasferire questo numero sui **display**.

LO STADIO della BASE dei TEMPI

In tutti i frequenzimetri **digitali** è presente una **base** dei **tempi** che provvede a fornire un'onda quadra in grado di tenere **aperta** una **porta** per un tempo esatto di **1 secondo**.

Nota: in questo frequenzimetro la **porta** che rimane aperta per **1 secondo** è il **Nor** siglato **IC4/A**.

Se si desidera ottenere dei tempi **esatti** non si possono utilizzare degli oscillatori **R/C** (resistenza capacità) e nemmeno **L/C** (induttanza capacità) perchè, oltre ad essere poco precisi a causa della **tolleranza** dei componenti, la loro frequenza varia al variare della temperatura ambiente.

Gli unici oscillatori che si possono usare per la loro **precisione** sono quelli che utilizzano un **quarzo**.

Il **quarzo** presente in questo frequenzimetro oscilla sulla frequenza di **3.276.800 Hertz**, quindi per ottenere una frequenza di **1 Hertz** è necessario sfruttare degli stadi **divisori** che provvedano a dividere questa frequenza per **3.276.800 volte**.

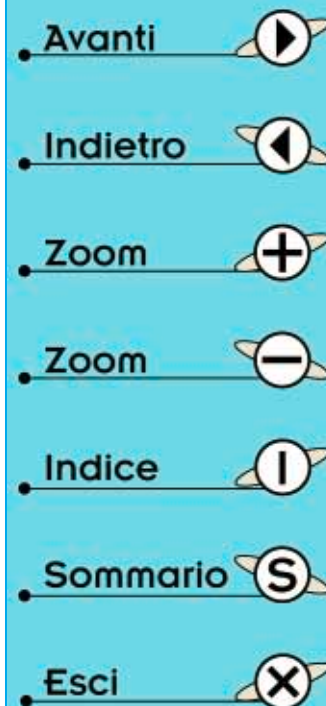
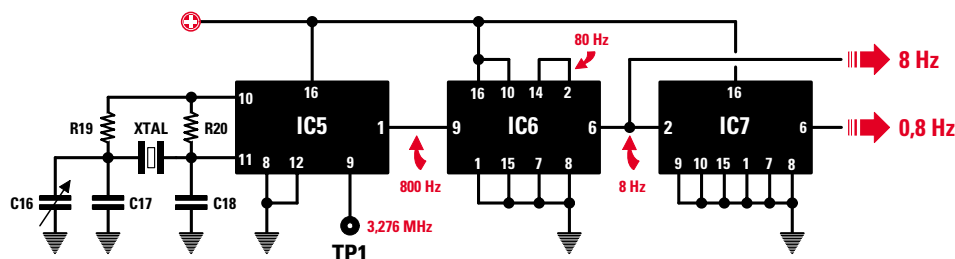



Fig.581 Per tenere aperta una "porta logica" (vedi fig.590) per il tempo esatto di 1 secondo si parte sempre con una frequenza generata da un oscillatore quarzato (vedi IC5). La frequenza generata da IC5 viene divisa da due stadi divisori (vedi IC6-IC7), che provvedono a fornire sulle loro uscite una frequenza di 8 Hz e di 0,8 Hz.

Per ottenere questa divisione sfruttiamo i tre integrati siglati **IC5-IC6-IC7** (vedi fig.581).

Il primo integrato **IC5** è un **C/Mos 4060** che, come evidenziato in fig.582, contiene uno stadio **oscillatore** che fa capo ai piedini **10-11** e tanti stadi **divisori**, che provvedono a dividere la **frequenza** generata dal **quarzo** per i seguenti valori:

freq. XTAL : 16 esce dal piedino 7
freq. XTAL : 32 esce dal piedino 5
freq. XTAL : 64 esce dal piedino 4
freq. XTAL : 128 esce dal piedino 6
freq. XTAL : 256 esce dal piedino 14
freq. XTAL : 512 esce dal piedino 13
freq. XTAL : 1.024 esce dal piedino 15
freq. XTAL : 4.096 esce dal piedino 1
freq. XTAL : 8.192 esce dal piedino 2
freq. XTAL : 16.384 esce dal piedino 3

Poichè il **quarzo** che abbiamo utilizzato genera una frequenza di **3.276.800 Hz** e questa frequenza viene prelevata dal piedino **1** divisa per **4.096 volte**, otteniamo una frequenza di:

3.276.800 : 4.096 = 800 Hertz

Questa frequenza di **800 Hz** viene poi applicata sul piedino **9** dell'integrato **C/Mos** tipo **4518** (vedi **IC6**) che contiene due **divisori x10** (vedi fig.584).

Nella **Lezione N.23** quando vi abbiamo proposto il progetto di un **orologio digitale** abbiamo presentato anche questo doppio divisore **4518**.

Applicando sul piedino d'ingresso **9** del primo divisore **x10** una frequenza di **800 Hz** (vedi IC6), dal suo piedino d'uscita **14** uscirà una frequenza di:

800 : 10 = 80 Hertz

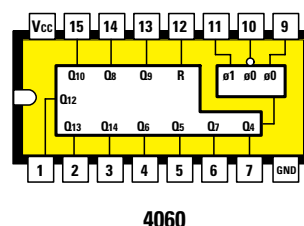



Fig. 582 Connessioni dell'integrato C/Mos siglato 4060 provvisto internamente di uno stadio oscillatore che fa capo ai piedini 10-11 e di dieci stadi divisori.

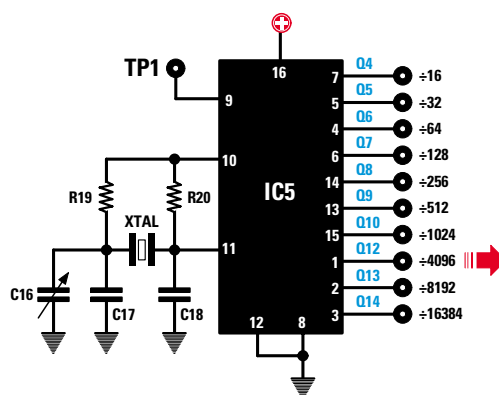



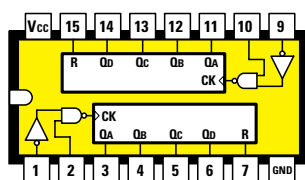
Fig.583 Se sui piedini 10-11 dello stadio oscillatore del C/Mos 4060 applichiamo un quarzo da 3.276.800 Hz, gli stadi divisori interni provvedono a dividere questa frequenza per il valore riportato sull'uscita di ciascun piedino.
Poichè il segnale viene prelevato dal piedino 1 che divide x4.096 volte, da questo piedino preleveremo una frequenza di:
3.276.800 : 4.096 = 800 Hz.
Questa frequenza viene poi divisa x100 da IC6 e x10 da IC7 (vedi fig.581).

4518

Fig.584 Connessioni viste da sopra del doppio divisore x10 siglato 4518.

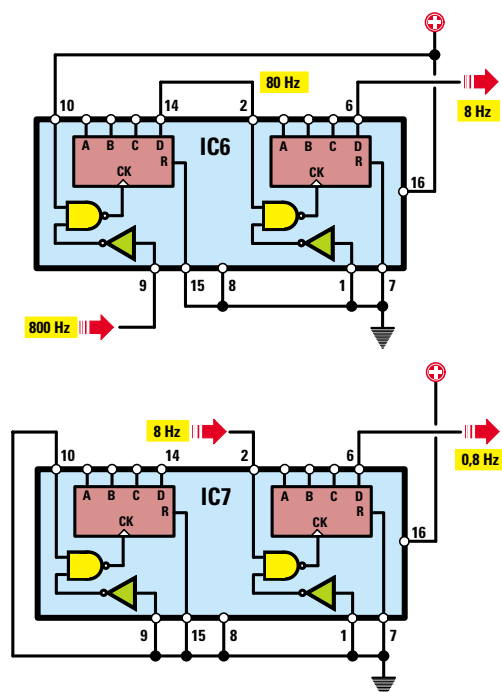



Fig.585 Nel divisore IC6 (vedi fig.581) la frequenza di 800 Hz entra nel piedino 9 e fuoriesce dal piedino 6 divisa x100, quindi dall'uscita preleverete 8 Hz. Nel secondo divisore IC7, la frequenza di 8 Hz entra nel piedino 2 e fuoriesce dal piedino 6 divisa x10, quindi dall'uscita preleverete 0,8 Hz.

Questa frequenza rientrando nel piedino **2** del secondo divisore **x10**, permette di prelevare dal suo piedino d'uscita **6** una frequenza di:

80 : 10 = 8 Hertz

Con il secondo integrato **4518** (vedi **IC7**) questa frequenza viene divisa ulteriormente **x10**, quindi sulla sua uscita ci ritroveremo una frequenza di:

8 : 10 = 0,8 Hertz (vedi figg.581 e 585)

Utilizzando **uno solo** dei due divisori **x10** presenti in questo ultimo integrato **IC7** e precisamente quello che fa capo al piedino d'ingresso **2** e al piedino d'uscita **6**, l'altro, che fa capo ai piedini **9-14**, rimane inutilizzato.

TEMPO e FREQUENZA

La frequenza ad onda quadra di **0,8 hertz** che esce dal piedino **6** di **IC7**, rimane a **livello logico 0** per un tempo di **1 secondo** e a **livello logico 1** per un tempo di **0,25 secondi** (vedi fig.586).

La **frequenza** ad onda quadra di **8 hertz** che esce dal piedino **6** di **IC6**, rimane a **livello logico 0** per un tempo di **0,1 secondo** e a **livello logico 1** per un tempo di **0,025 secondi** (vedi fig.586).

Per sapere il valore in **secondi** della **base** dei **tempi** conoscendo il valore della **frequenza** che esce dai due divisori **IC7-IC6**, usiamo la formula:

tempo secondi = 1 : hertz

1 : 0,8 = 1,25 secondi
1 : 8 = 0,125 secondi

La **base** dei **tempi** di **0,8 Hz** viene utilizzata per visualizzare sui display la frequenza degli **hertz** e dei **kilohertz**, mentre la **base** dei **tempi** di **8 Hz** per visualizzare i **megahertz**.

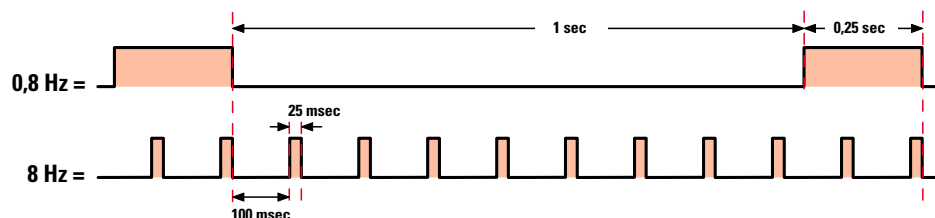
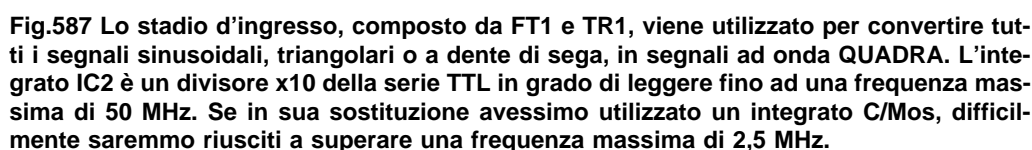



Fig.586 La frequenza di 0,8 Hertz che esce dal divisore IC7 (vedi fig.581-588) rimane per 1 secondo a "livello logico 1" e per 0,25 secondi a "livello logico 0".
La frequenza degli 8 Hertz che esce dal divisore IC6 rimane per 0,1 secondi a "livello logico 1" e per 0,025 secondi a "livello logico 0".

Fig.587 Lo stadio d'ingresso, composto da FT1 e TR1, viene utilizzato per convertire tutti i segnali sinusoidali, triangolari o a dente di sega, in segnali ad onda QUADRA. L'integrato IC2 è un divisore x10 della serie TTL in grado di leggere fino ad una frequenza massima di 50 MHz. Se in sua sostituzione avessimo utilizzato un integrato C/Mos, difficilmente saremmo riusciti a superare una frequenza massima di 2,5 MHz.

LO STADIO D'INGRESSO

Poichè gli integrati digitali accettano sul loro ingresso soltanto dei segnali ad onda quadra, bisogna disporre di uno stadio d'ingresso che provveda a **convertire** tutti i segnali di tipo **sinusoidale**, **triangolare**, a **dente** di **sega**, ecc., dei quali si desidera misurare la frequenza.

Lo stadio d'ingresso di questo frequenzimetro è riportato in fig.587.
Come potete notare, questo stadio utilizza un **fet** (vedi **FT1**), un **transistor** (vedi **TR1**), **4 porte Nand** che abbiamo siglato **IC1/A-B-C-D** e anche un integrato **divisore x10**, siglato **IC2**.

Il segnale applicato sulla boccola d'**Entrata** di questo frequenzimetro, passando attraverso i condensatori **C1-C3** e la resistenza **R1**, giunge sul **G**ate del fet **FT1**, utilizzato come stadio **separatore** con l'ingresso ad alta impedenza.
I due diodi al silicio siglati **DS1-DS2**, posti parallelo alle resistenze **R2-R3**, servono per proteggere il **fet** dai segnali che potrebbero superare una tensione di **12 volt picco/picco**.

Fino a quando l'ampiezza del segnale non supera il valore di **12 volt** i due diodi **non** conducono, ma non appena questo valore viene superato, i due diodi si portano in conduzione limitando l'ampiezza del segnale sul valore di **12 volt**.

L'ampiezza **massima** del segnale che possiamo applicare sull'ingresso di questo frequenzimetro non deve superare i **50 volt**, mentre l'ampiezza **minima** non deve scendere al di sotto degli **0,02 volt** pari a **20 millivolt**.

Il segnale presente sul terminale **S**ource del fet **FT1** viene trasferito, tramite i condensatori **C5-C6**, sulla **B**ase del transistor **NPN** siglato **TR1** per essere amplificato.

Dal **C**ollettore del transistor **TR1** viene prelevato un segnale ad **onda quadra** che, tramite il condensatore **C8**, viene trasferito sull'ingresso del **Nand IC1/A** utilizzato per pilotare il divisore **IC2**.

Guardando l'elenco componenti noterete che i due integrati **IC1-IC2** sono dei **TTL** della serie **74**, infatti **IC1** è un integrato **74LS132** composto da **4 Nand** (vedi **IC1/A-B-C-D**), mentre l'integrato **IC2** è un divisore **x10** tipo **74LS90**.

Il motivo per cui abbiamo usato per l'ingresso degli integrati **TTL** e non dei **C/Mos** ve lo sveliamo subito.

Gli integrati **TTL**, la cui sigla inizia sempre con il numero **74**, sono **molto veloci** tanto da riuscire a leggere qualsiasi frequenza fino ad un massimo di circa **50 megahertz**.
Gli integrati **C/Mos**, la cui sigla inizia sempre con il numero **40** o **45**, sono **molto lenti** e difficilmente riescono a leggere frequenze che superano i **2,5 megahertz**.

Se sull'ingresso dell'integrato **IC2**, che è un **TTL**, applichiamo una frequenza di **25 megahertz**, poichè questa viene divisa **x10**, sulla sua uscita ci ritroviamo con una frequenza di **2,5 MHz** che qualsiasi integrato **C/Mos** riesce a leggere.

In pratica dal piedino d'uscita **11** di **IC2** esce la fre-

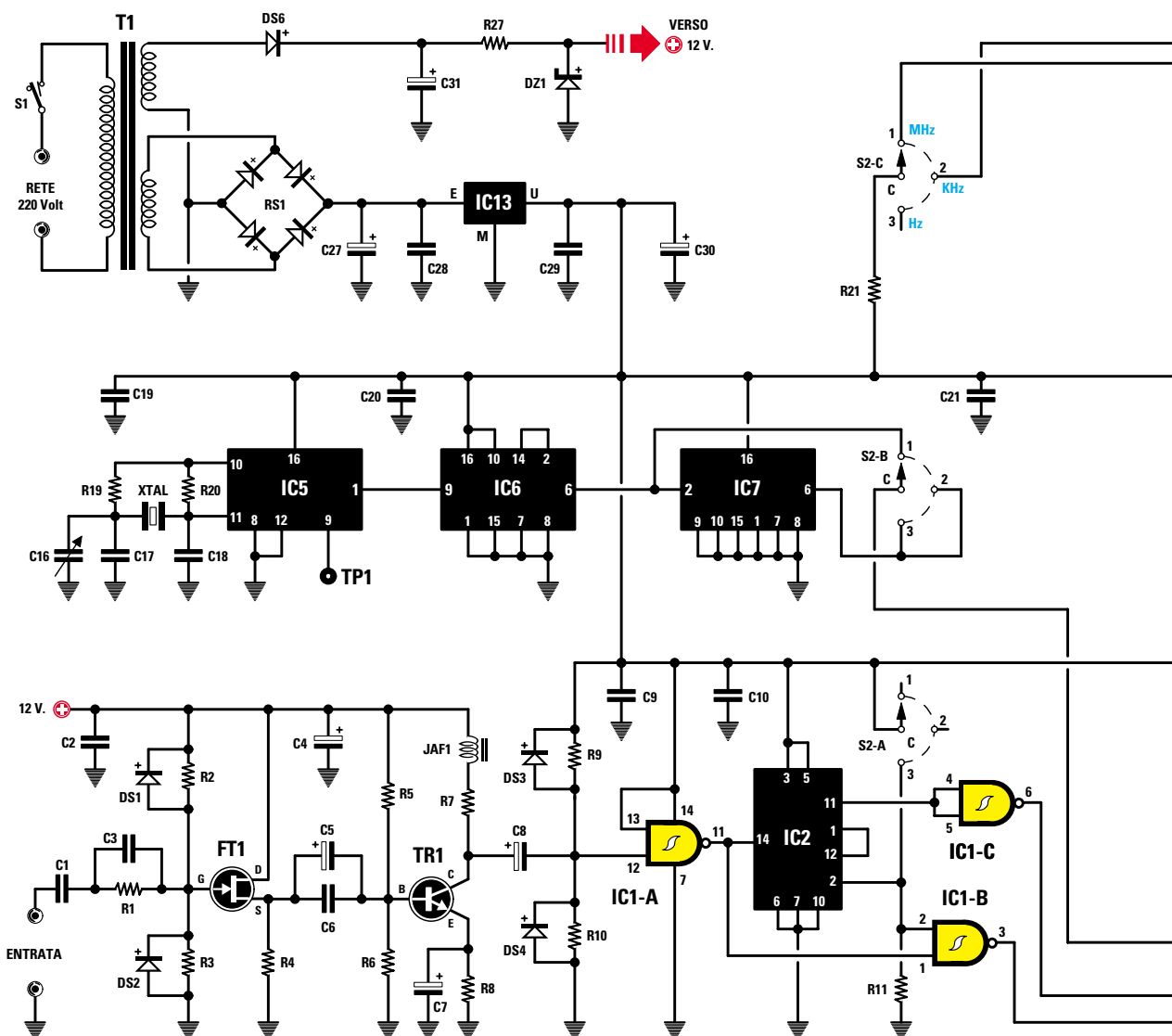
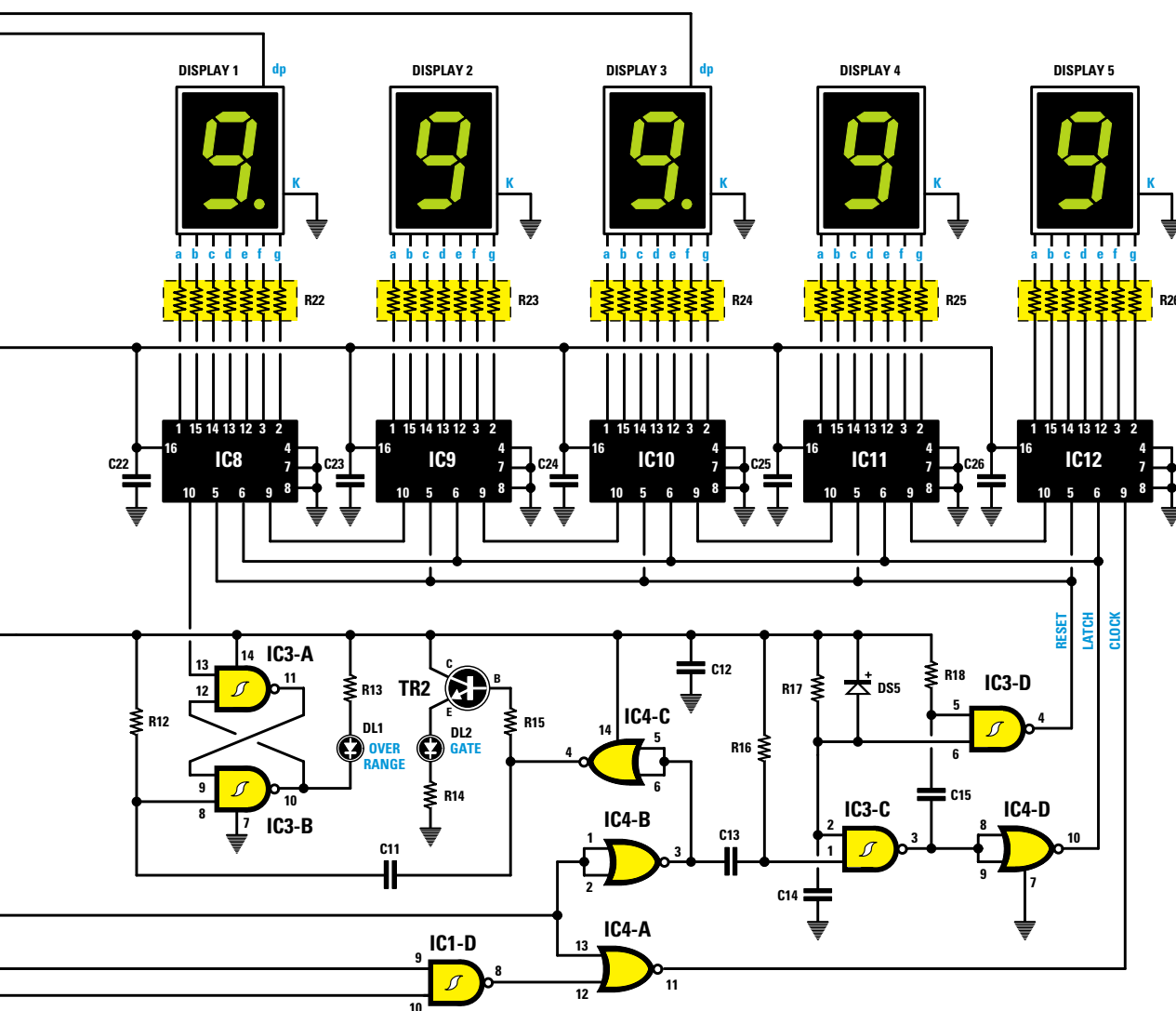



Fig.588 Schema elettrico del frequenzimetro digitale in grado di leggere oltre i 10 MHz.

ELENCO COMPONENTI LX.5048-LX.5048B

R1 = 4.700 ohm
R2 = 2,2 megaohm
R3 = 2,2 megaohm
R4 = 2.200 ohm
R5 = 82.000 ohm
R6 = 6.800 ohm
R7 = 2.200 ohm
R8 = 100 ohm
R9 = 15.000 ohm
R10 = 4.700 ohm
R11 = 220 ohm
R12 = 22.000 ohm
R13 = 330 ohm
R14 = 330 ohm
R15 = 10.000 ohm
R16 = 22.000 ohm
R17 = 22.000 ohm
R18 = 22.000 ohm
R19 = 3.300 ohm
R20 = 1 megaohm
R21 = 330 ohm
R22 = 470 ohm rete res.
R23 = 470 ohm rete res.
R24 = 470 ohm rete res.
R25 = 470 ohm rete res.
R26 = 470 ohm rete res.
R27 = 390 ohm
C1 = 1 microF. poliestere
C2 = 100.000 pF poliestere
C3 = 220 pF ceramico
C4 = 10 microF. elettrolitico
C5 = 47 microF. elettrolitico
C6 = 10.000 pF ceramico
C7 = 100 microF. elettrolitico
C8 = 47 microF. elettrolitico
C9 = 100.000 pF poliestere
C10 = 100.000 pF poliestere
C11 = 4.700 pF poliestere
C12 = 100.000 pF poliestere

C13 = 4.700 pF poliestere
C14 = 1 microF. poliestere
C15 = 4.700 pF poliestere
C16 = 3-40 pF compensatore
C17 = 10 pF ceramico
C18 = 22 pF ceramico
C19 = 100.000 pF poliestere
C20 = 100.000 pF poliestere
C21 = 100.000 pF poliestere
C22 = 100.000 pF poliestere
C23 = 100.000 pF poliestere
C24 = 100.000 pF poliestere
C25 = 100.000 pF poliestere
C26 = 100.000 pF poliestere
C27 = 1.000 microF. elettrol.
C28 = 100.000 pF poliestere
C29 = 100.000 pF poliestere

C30 = 220 microF. elettrolitico
C31 = 470 microF. elettrolitico
JAF1 = impedenza 15 microhenry
RS1 = ponte raddrizz. 100 V. 1 A.
DS1 = diodo tipo 1N.4148
DS2 = diodo tipo 1N.4148
DS3 = diodo tipo 1N.4148
DS4 = diodo tipo 1N.4148
DS5 = diodo tipo 1N.4148
DS6 = diodo tipo 1N.4007
DZ1 = zener 12 V 1 W
DL1-DL2 = diodi led
DISPLAY1-5 = display C521G
TR1 = NPN tipo BF.495
TR2 = NPN tipo BC.547
FT1 = fet tipo J310
XTAL = quarzo da 3,276 MHz

IC1 = TTL tipo 74LS132
IC2 = TTL tipo 74LS90
IC3 = C/Mos tipo 4093
IC4 = C/Mos tipo 4001
IC5 = C/Mos tipo 4060
IC6 = C/Mos tipo 4518
IC7 = C/Mos tipo 4518
IC8 = C/Mos tipo 40110
IC9 = C/Mos tipo 40110
IC10 = C/Mos tipo 40110
IC11 = C/Mos tipo 40110
IC12 = C/Mos tipo 40110
IC13 = integrato L.7805
T1 = trasform. 6 watt (T006.05)
sec. 8 V 0,6 A - 15 V 0,1 A
S1 = interruttore
S2 = comm. 3 vie 3 pos.

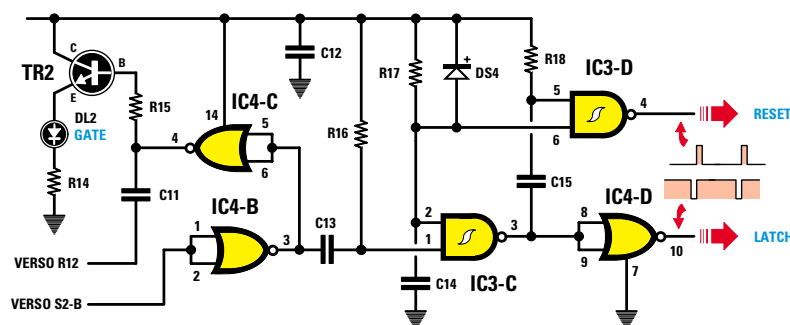



Fig.589 Lo stadio qui soprariportato permette di ottenere i due segnali di Reset e di Latch che, come spieghiamo nell'articolo, servono per trasferire il numero degli impulsi conteggiati sul display (vedi fig.592). Il diodo led DL2, collegato all'Emettitore del transistor TR2, lampeggia a 0,8 Hz sulle portate Hz e KHz ed a 8 Hz sulla portata MHz.

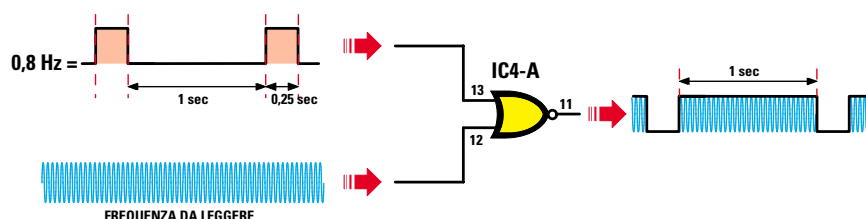



Fig.590 La porta digitale che rimane aperta per il tempo esatto di 1 secondo (0,1 secondo solo per leggere i MHz), è il Nor siglato IC4/A. Applicando sul piedino 12 la frequenza da leggere e sul piedino 13 la frequenza degli 0,8 Hz (vedi fig.586), dal piedino 11 sarà possibile prelevare l'esatto numero d'impulsi che sono riusciti a passare in 1 secondo.

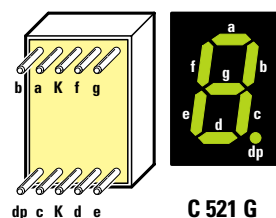
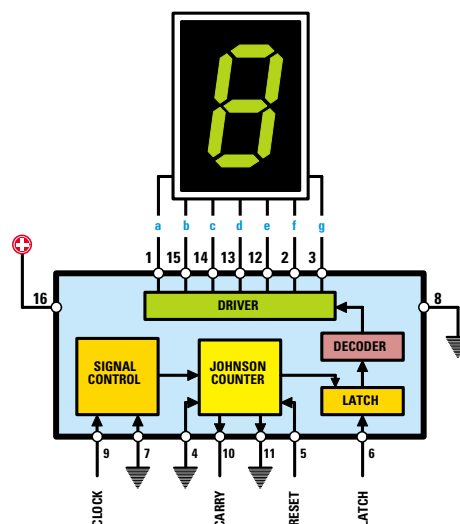



Fig.591 Qui sopra le connessioni del display C.521/G provvisto di segmenti di colore verde e di lato le connessioni dell'integrato 40110/B, che viene utilizzato per pilotare i display (vedi fig.592).

quenza applicata sul piedino d'ingresso **14** divisa **x10**, solo se il suo piedino **2** risulta forzato sul **livello logico 0**.
Nel nostro circuito è la resistenza **R11** a forzare questo piedino a **livello logico 0**.
Collegando questo piedino **2** alla tensione **positiva** dei **5 volt**, cioè al **livello logico 1**, l'integrato si **bloccherà** e dal piedino **11** non uscirà più nessun segnale.

Sarà il commutatore **S2/A** a portare il piedino **2** a **livello logico 0** oppure a **livello logico 1**.

S2/A (1° pos.) MHz - Poichè in questa posizione il piedino **2** di **IC2** si trova a **livello logico 0**, qualsiasi frequenza venga applicata sul piedino d'ingresso **14**, verrà prelevata dal piedino **11** divisa **x10**.
Quindi se sull'ingresso applicheremo una frequenza di **10 MHz**, dal piedino d'uscita **11** preleveremo una frequenza di **1 MHz**, che raggiungerà la porta **IC1/C** per poi uscire dalla porta **IC1/D** (vedi fig.587).

S2/A (2° pos.) KHz - Anche in questa posizione il piedino **2** di **IC2** risulta a **livello logico 0**, quindi qualsiasi frequenza applicheremo sul piedino **14** la preleveremo dal piedino **11** divisa **x10**.
Dal piedino d'uscita **11** la frequenza raggiungerà la porta **IC1/C**, per poi uscire dalla porta **IC1/D**.

S2/A (3° pos.) Hz - In questa posizione il commutatore **S2/A** collega il piedino **2** di **IC2** alla tensione positiva dei **5 volt**, quindi forzando questo piedino sul **livello logico 1**, viene **bloccato** il funzionamento dell'integrato e, di conseguenza, dal piedino **11** di **IC2** non uscirà nessuna frequenza.
La frequenza presente sull'uscita del **Nand IC1/A** passerà sul **Nand IC1/B** e poi sul **Nand IC1/D** per raggiungere la porta **Nor IC4/A** (vedi fig.590).

STADIO COUNTER-DECODER per DISPLAY

Per accendere i **5 display** presenti nel frequenzimetro occorrono **5** integrati **C/Mos** tipo **40110/B** che, come visibile in fig.591, contengono un **contatore**, un **decoder** e un **driver**.

Gli impulsi da conteggiare entrano nel piedino **9** di **clock** del primo **40110/B** siglato **IC12** (vedi fig.592).

Questo integrato provvede a visualizzare sul **display 5** tutti i numeri da **0** a **9** e quando dal numero **9** si passa al numero **0**, automaticamente dal piedino **10** di **carry** di **IC12** esce un impulso che, entrando nel piedino **9** del secondo **40110/B** siglato **IC11**, fa apparire sul **display 4** il numero **1**.

Questi due display consentono quindi di far apparire tutti i numeri da **00** a **99**.

Poichè nel frequenzimetro sono presenti **5 display**

Fig.592 Per visualizzare sui display il numero della frequenza da leggere, bisogna collegare in serie ben 5 integrati 40110/B (vedi fig.588).
Sul piedino 9 di IC12 viene applicato il segnale di Clock prelevato dal Nor IC4/A (vedi fig.590), su tutti i piedini 6 dei 40110/B viene applicato il segnale Latch prelevato dall'uscita di IC4/D, mentre sui piedini 5 il segnale Reset prelevato dall'uscita di IC3/D (vedi fig.589).

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

collegati in **serie**, questi permetteranno di visualizzare i seguenti numeri:

IC12 = da **0** a **9**
IC12+IC11 = da **0** a **99**
IC12+IC11+IC10 = da **0** a **999**
IC12+IC11+IC10+IC9 = da **0** a **9.999**
IC12+IC11+IC10+IC9+IC8 = da **0** a **99.999**

Se sull'ingresso del frequenzimetro **non** applicheremo nessun segnale, vedremo apparire **00000**.

Se nella prima portata dei **megahertz** sui display apparirà il numero **0.4750**, leggeremo **0,475 MHz** oppure **475 kilohertz**.
Se invece apparirà il numero **6.5500**, la frequenza sarà di **6 MHz** e **550 KHz** oppure di **6,55 MHz**.

Passando sulla seconda portata **kilohertz**, se sui display apparirà il numero **087.00** leggeremo **87 KHz**, mentre se apparirà il numero **005.00**, poichè i due **00** di sinistra non sono significativi leggeremo **5 KHz**.

Sull'ultima portata degli **Hertz**, se sul display apparirà il numero **82000** leggeremo **82.000 Hz**, mentre se apparirà il numero **00050**, togliendo i tre zero di sinistra, leggeremo **50 Hz**.

Quando avrete in mano questo frequenzimetro, vi basteranno pochi minuti per imparare a leggerlo correttamente.

I SEGNALI di LATCH e RESET

Gli **impulsi** di conteggio che il **Nor IC4/A** applica sul piedino d'ingresso **Clock** dell'integrato **IC12** non vengono visualizzati dai **display**, ma vengono "parcheggiati" all'interno di una **memoria Latch** per rimanervi fino a quando il **Nor IC4/D** invia sul piedino **6** un impulso **negativo**.

All'arrivo di questo impulso **negativo**, il **numero** che si trova "parcheggiato" nella **memoria Latch** viene istantaneamente trasferito ad un **decoder** interno, che lo trasmette al suo **driver** che lo visualizza sul **display** (vedi fig.592).

Il **numero** che appare sui display rimane **bloccato**, quindi, anche se nella **memoria Latch** viene inviato un nuovo conteggio, quest'ultimo non viene visualizzato.

Dopo aver trasferito sui display il conteggio presente nella **memoria Latch**, bisogna **resettare** il **contatore** (vedi **Johnson Counter**), inviando sul piedino **5** di **Reset** un impulso **positivo** che preleveremo direttamente dal **Nand IC3/D** (vedi fig.589).

Per creare questi impulsi di **Latch** e **Reset** che devono risultare perfettamente in **sincronismo** con la frequenza della **base** dei **tempi** prelevata dal commutatore **S2/B**, abbiamo utilizzato **4 porte** digitali che nello schema elettrico sono siglate **IC4/B-IC3/C-IC4/D** e **IC3/D** (vedi fig.589).
La quinta porta **IC4/C** serve per pilotare la **B**ase del transistor **TR2** affinchè questo provveda a far lampeggiare il diodo led **DL2** alla frequenza prescelta da **S2/B**, cioè a **8 Hz** o a **0,8 Hz**.

Le ultime due porte **Nand** siglate **IC3/A-IC3/B**, collegate in configurazione **flip-flop** (vedi fig.588) servono per accendere il diodo led **DL1** quando la **frequenza** misurata supera il massimo numero consentito dai **5 display**, cioè il numero **99999**.
Infatti, se arrivati al numero **99999** la frequenza dovesse aumentare di **1 unità** otterremo un numero di **6 cifre**:

99999 + 1 = 100000

poichè abbiamo a disposizione soltanto **5 display**, ovviamente **non** comparirà il numero **1** di sinistra, per cui qualcuno, vedendo apparire solo degli **00000**, potrebbe essere indotto a pensare che il frequenzimetro **non** stia leggendo nessuna frequenza.
Vedendo invece accendersi il diodo led **DL1** dell'**o-**

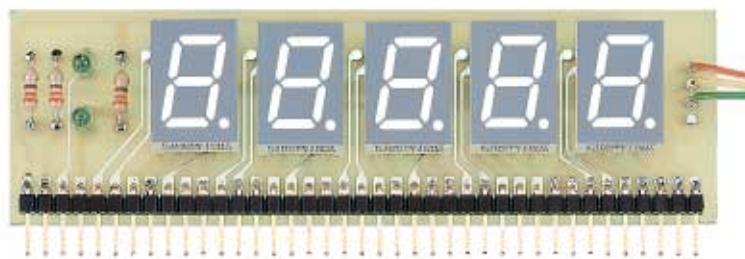
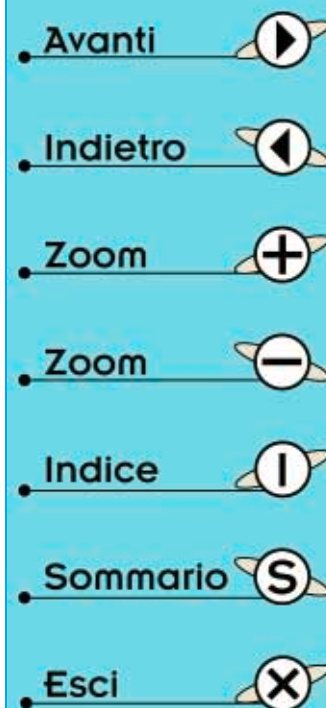



Fig.593 Quando fisserete i display sul circuito stampato dovrete rivolgere il loro punto decimale verso il basso.

Fig.594 Schema pratico di montaggio del frequenzimetro LX.5048. Come potete constatare, questo montaggio non presenta nessuna difficoltà quindi se inserirete correttamente tutti i valori delle resistenze e dei condensatori, il circuito funzionerà senza alcun problema.

Il commutatore rotativo a 3 posizioni e 3 vie, siglato S2, serve per selezionare le 3 portate MHz-KHz-Hz e per accendere il punto decimale sui display (vedi fig.588).

Fig.595 Connessioni degli integrati utilizzati in questo progetto viste da sopra e con la tacca di riferimento a U rivolta a sinistra. Le connessioni degli altri integrati sono riportate nelle figg. 582-584-592.

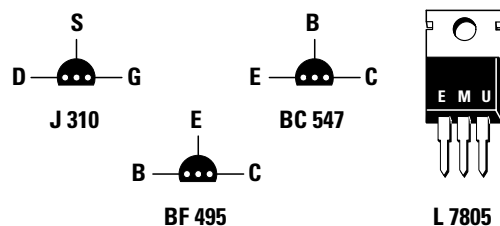



Fig.596 Connessioni dei transistor BC.547 e BF.495 e del fet J.310 viste da sotto e dell'integrato L.7805 viste di fronte.

ver range sapremo che il numero **99999** è stato superato.

Se, ad esempio, il frequenzimetro risulta commutato sulla portata **MHz** e sui display vediamo apparire il numero **0.0000** e, contemporaneamente, vediamo **accendersi** il diodo led **DL1** dell'**over range**, sapremo che davanti al numero **0.0000** vi è un **1** quindi la frequenza sarà di **10,**0000 **MHz**.

Se vediamo apparire il numero **2.3000** assieme al diodo led **DL1** dell'**over range**, sapremo che la frequenza sarà di **12,**3000 **MHz**.

Quanto detto per la portata dei **MHz** vale anche per la portata dei **KHz** e degli **Hz**.

STADIO di ALIMENTAZIONE

Per alimentare questo frequenzimetro occorre un trasformatore (vedi **T1**) provvisto di due secondari, uno da **15 volt** ed uno da **8 volt**.
La tensione alternata dei **15 volt**, una volta raddrizzata dal diodo al silicio **DS5**, viene stabilizzata sul valore di **12 volt** dal diodo zener siglato **DZ1**.
Come potete notare, questa tensione viene utilizzata soltanto per alimentare lo stadio d'ingresso composto dal fet **FT1** e dal transistor **TR1**.
La tensione alternata degli **8 volt**, una volta raddrizzata dal ponte raddrizzatore **RS1**, viene stabilizzata sul valore di **5 volt** dall'integrato **IC13**.
Questa tensione la utilizziamo per alimentare tutti gli integrati e i display presenti nel frequenzimetro.

REALIZZAZIONE PRATICA

Per realizzare questo frequenzimetro occorrono due circuiti stampati, quello che abbiamo siglato **LX.5048** ci serve per ricevere tutti i componenti visibili in fig.594 e quello siglato **LX.5048/B** ci serve per ricevere i soli display.

Prima di iniziare il montaggio, vogliamo ricordarvi che per far funzionare un **qualsiasi** circuito elettronico è indispensabile eseguire delle saldature **perfette** usando dello stagno di **ottima** qualità.

Quindi per il montaggio cercate di scegliere dello stagno **60/40** (lega con **60%** di **stagno** e **40%** di **piombo**) possibilmente del diametro di **1 mm**, perchè le leghe con meno stagno e più piombo presentano nella loro anima un **disossidante** che lascia sul circuito stampato una **patina conduttrice** che può assumere anche un valore di soli **100 kiloohm**.

Comprenderete che, inserendo tra due piste in rame o tra due piedini di un integrato o di un transi-

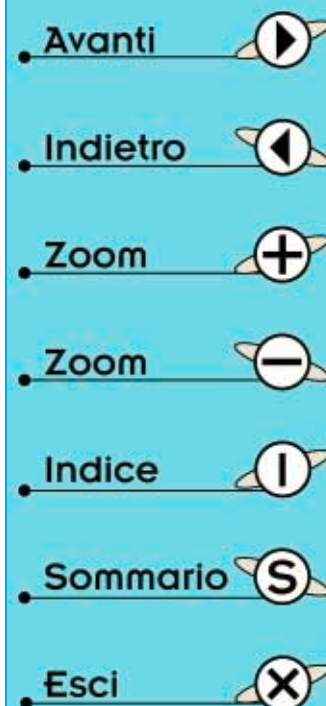
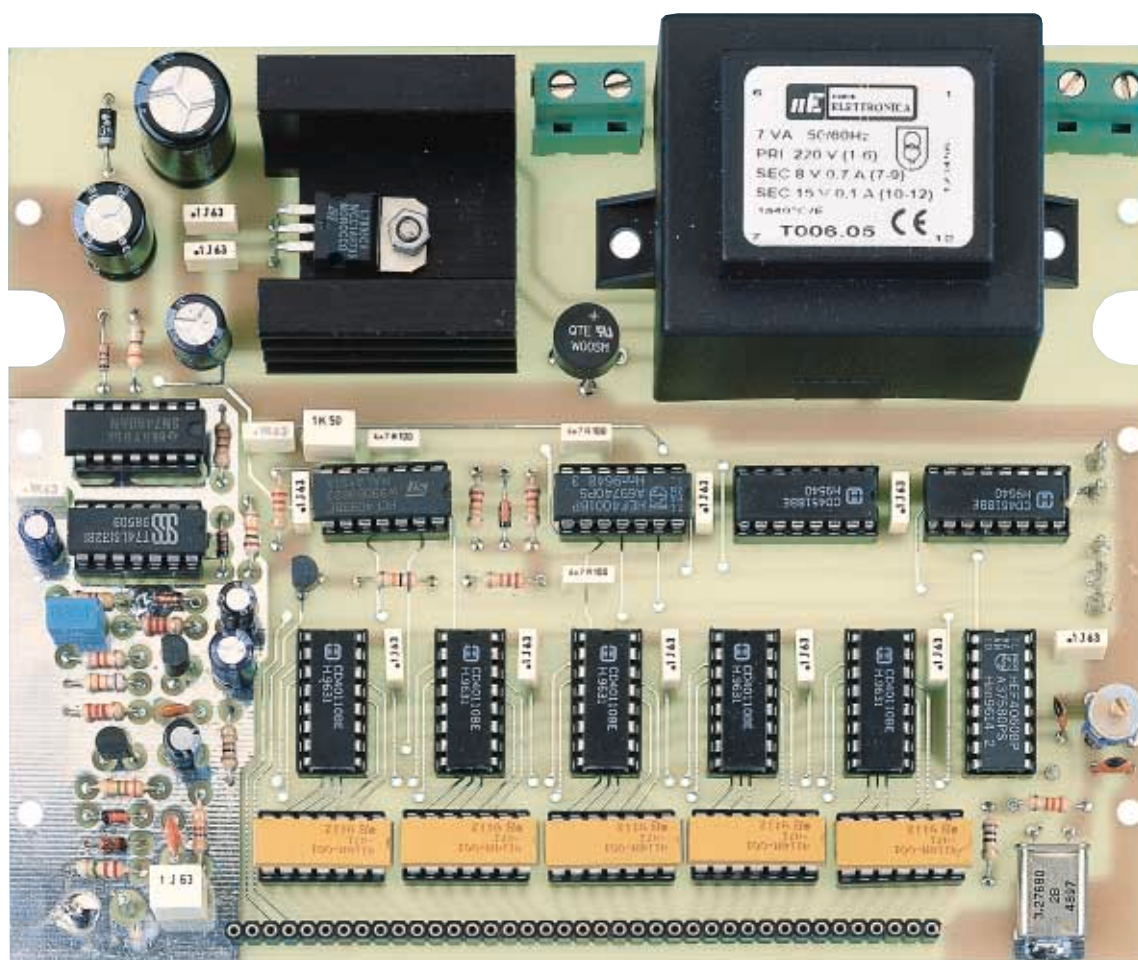



Fig.597 In questa foto potete vedere la scheda base siglata LX.5048 con sopra già montati tutti i suoi componenti. La foto della scheda display siglata LX.5048/B è riprodotta in fig.593. Facciamo presente che le foto riproducono i circuiti stampati sprovvisti del disegno serigrafico dei componenti e delle relative sigle, che invece risultano presenti in tutti i circuiti stampati che forniamo insieme al kit.

stor tante resistenze da **100 kiloohm**, difficilmente un circuito potrà funzionare.

Circa il **90%** dei nostri interventi sui circuiti che ci inviate in riparazione consistono nel rifare tutte le saldature con stagno **60/40**, sfregando energicamente sullo stampato uno spazzolino da denti imbevuto di **solvente** alla **nitro** in modo da eliminare tutti i residui di **disossidante conduttore**.

Il **solvente** per **vernici nitro** che consigliamo di usare è il solo idoneo a sciogliere questo **disossidante**, mentre sono da evitare alcool-trielina-acetone-benzina, ecc.

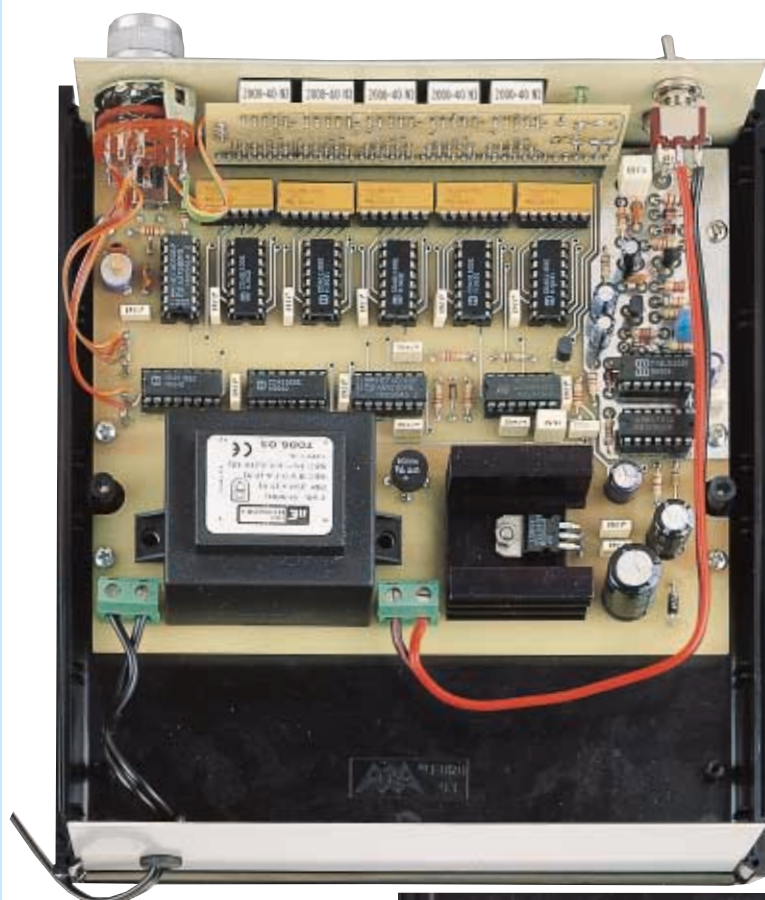
Detto questo, prendete il primo circuito stampato **LX.5048** e montate come primo componente il **connettore femmina** a **39 pin** (vedi **CONN.1**).
Poichè non esiste un connettore con **39 pin**, nel kit ne abbiamo inserito uno da **15** ed uno da **24 pin**.

Dopo aver saldato i **39 terminali** sulle piste del circuito stampato, potete inserire gli **zoccoli** degli **integrati**: a questo proposito vi ricordiamo che nelle posizioni indicate **IC1-IC2-IC3-IC4** vanno innestati gli zoccoli con **14 pin**, mentre nelle altre posizioni gli zoccoli con **16 pin**.

Poichè bisogna eseguire ben **490 saldature**, se a

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

Fig.598 Mobile aperto visto da dietro. In alto, vicino al pannello frontale, potete vedere la scheda dei display di fig.593 già innestata nel circuito stampato base.

Fig.599 Mobile aperto visto frontalmente. Per l'ingresso del segnale abbiamo usato un connettore BNC, che potete anche sostituire con un connettore per TV.

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

metà lavoro la vostra vista si è affaticata, andate a prendervi un buon caffè e poi completate le rimanenti al ritorno.

Al termine, consigliamo di **controllarle** tutte, ad una ad una, usando una **lente** per filatelici e non meravigliatevi se troverete un terminale **non saldato**, oppure una **grossa goccia** di stagno che ne ha **cortocircuitato** due adiacenti.

Vicino al **CONN.1** dovete inserire le reti resistive a forma di integrato siglate **R22-R23-R24-R25-R26**: in questo caso **non** è necessario rispettare la loro tacca di riferimento, perchè le resistenze interne sono inserite in **linea** tra le due file dei terminali come visibile in fig.592.

Completata questa operazione, inserite anche le altre **resistenze** e poi i **diodi** al **silicio** con corpo in vetro, orientando il lato del loro corpo contornato da una **fascia nera** come evidenziato nello schema pratico di fig.594.
Nel caso del diodo **DS6** con corpo plastico, posto vicino al condensatore elettrolitico **C27**, dovete rivolgere verso il basso la sua **fascia bianca**.

Dopo i diodi, potete inserire tutti i condensatori **poliestere**, poi i condensatori **ceramici C3-C6-C17-C18**, il **compensatore C16** e vicino alla resistenza **R19** il **quarzo** da **3,2768 MHz**.

Per ultimo inserite i condensatori **elettrolitici** rispettando la polarità **+/–** dei loro terminali.

Ora prendete il fet plastico **J310** ed inseritelo nei 3 fori siglati **FT1** rivolgendo verso il basso il **lato piatto** del suo corpo, dopodichè prendete il transistor **BF.495** ed inseritelo nei 3 fori siglati **TR1** rivolgendone verso sinistra il suo lato piatto, quindi inserite, in prossimità dell'integrato **IC3**, il transistor **BC.547** siglato **TR2**.

Sulla sinistra del trasformatore **T1** trova posto l'integrato stabilizzatore **7805** (vedi **IC13**), ma prima di inserirlo lo dovete fissare sulla sua aletta di raffreddamento rivolgendo il suo corpo **metallico** verso l'aletta.

Completate tutte le operazioni sopra descritte, potete inserire negli **zoccoli** tutti gli **integrati** orientando la loro tacca di riferimento come appare evidenziato in fig.594.

Vi consigliamo di controllare se **tutti** i piedini degli integrati risultano innestati nei clips dello zoccolo, perchè se un solo piedino si ripiega verso l'interno o verso l'esterno dello zoccolo, il circuito non potrà mai funzionare.

Per completare questo frequenzimetro non rimane che inserire nel circuito stampato **LX.5048/B** il **connettore maschio** a **39 pin** (vedi **CONN.1** in fig.594 in basso) e poichè anche per questo non esiste un connettore con **39 pin**, nel kit ne troverete due uno da **15** ed uno da **24 pin**.
Dopo aver saldato i **39 terminali** sulle piste in rame del circuito stampato, cercando di non fare dei **cortocircuiti**, potete inserire i **5 display** con segmenti di colore **verde**.
Come potete vedere nelle figg.593-594, il **punto decimale** posto sulla destra del numero **8** va rivolto in basso, cioè verso il **CONN.1**.

Infine, potete saldare sullo stampato i due diodi led **DL1** e **DL2**, posizionando verso il basso il loro terminale più lungo (vedi lettera **A**).

MONTAGGIO nel MOBILE

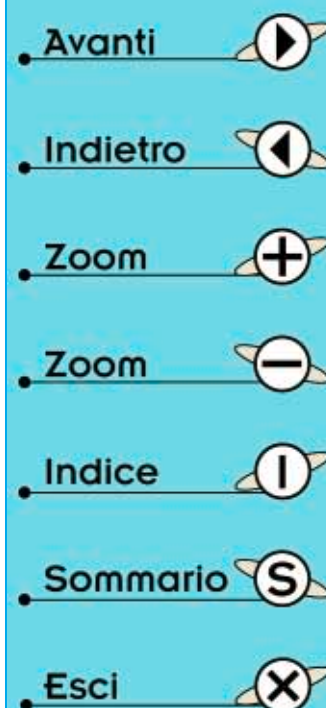
Per questo frequenzimetro abbiamo previsto un mobile plastico di colore nero (vedi fig.576), completo di una mascherina frontale in alluminio ossidato già forata e serigrafata.

Una volta aperto il mobile, fissate sul piano base il circuito stampato **LX.5048** utilizzando le sei viti autofilettanti che troverete nel kit (vedi fig.598).
Completata questa operazione, prendete il circuito stampato **LX.5048/B** e vicino ai tre fori posti sulla destra del **display 5** saldate **3 spezzoni** di filo flessibile (vedi fili **C-1-2**) saldandoli poi sul commutatore rotativo **S2**.

A questo punto innestate i **39 terminali** del connettore **maschio** presenti nel circuito dei display, nei **39 fori** del connettore **femmina** presenti nel circuito stampato.

Proseguendo nel montaggio, prendete il pannello frontale e nel foro di destra fissate il **commutatore** rotativo **S2** e nel foro in basso a sinistra il **connettore BNC** che vi servirà per entrare con il segnale da misurare.

Ora saldate le estremità dei **3 spezzoni** di filo che partono dai **display 5** sui terminali del commutatore **S2**.
Il filo **C** va saldato sul terminale **centrale**, il filo **1** sul terminale contrassegnato **1** e logicamente il filo **2** sul terminale contrassegnato **2**.

Questi **numeri** che abbiamo riportato nello schema pratico non li troverete sul corpo del commutatore, quindi cercate di non sbagliarvi, diversamente non vedrete accendersi i **punti** decimali sul display.
Gli altri **5 fili** che partono dai terminali presenti in corrispondenza del lato destro dell'integrato **IC6**

(vedi fig.594), vanno saldati sugli altri **2 settori** del commutatore **S2**.

Guardando con attenzione il disegno dello schema pratico di fig.594, tutti riusciranno a saldare questi **5 fili** sui terminali di questo commutatore senza commettere alcun errore.

Dopo aver inserito il pannello frontale nel mobile, saldate con due corti spezzoni di filo di rame nudo i terminali del **BNC** sul circuito stampato.

Nel foro presente sul pannello, sopra al **BNC**, fissate il deviatore a levetta **S1** e sui suoi terminali i due fili che partono dalla **morsettiera** posta sulla **sinistra** del trasformatore **T1**.
Nella **morsettiera** posta sulla destra del trasformatore **T1** inserite il cordone di alimentazione di rete dei **220 volt**.

Prima di chiudere il mobile plastico sarebbe necessario **tarare** il compensatore **C16**, ma per parlare di questo componente dobbiamo aprire un paragrafo a parte.

TARATURA compensatore C16

Per tarare il compensatore **C16** ci vorrebbe una frequenza **campione** prelevata da un oscillatore quarzato e a tale scopo potremmo consigliarvi di utilizzare il kit **LX.5038** che abbiamo presentato nella **Lezione N.25**.

Leggendo questa Lezione apprenderete che, scegliendo con il ponticello **J1** il quarzo da **8,8672 MHz** e con il ponticello **J2** la bobina **L1** da **10 microhenry**, otterrete in uscita una frequenza di **8,867 MHz**, che potrete applicare sul **BNC** d'ingresso del frequenzimetro.
Dopo aver ruotato il compensatore **C3** presente sul circuito dello stadio oscillatore **LX.5038** in modo da far oscillare il quarzo, procedete come segue:

1 - Collegate l'uscita dell'oscillatore **LX.5038** al **BNC** d'ingresso del frequenzimetro, non dimenticando di collegare lo **schermo** del cavetto coassiale alla **massa** del circuito stampato dello stadio oscillatore **LX.5038**.

2 - Ruotate la manopola **Range** del frequenzimetro sulla portata **MHz**.

3 - Non appena alimenterete lo stadio oscillatore **LX.5038**, sul **display** del frequenzimetro dovrebbe apparire il numero **8.8672**, ma difficilmente questo avverrà, quindi non meravigliatevi se vedrete invece apparire **8.8680** oppure **8.8655**.

4 - Con un cacciavite plastico ruotate lentamente il perno del compensatore **C16** fino a quando non vedrete apparire sui display l'esatto numero **8,8672**.

5 - Non preoccupatevi se l'ultimo numero di destra **non rimane stabile**, cioè passa da **2** a **3** oppure da **2** a **0**, perchè in tutte le apparecchiature digitali l'ultimo display di destra non è mai stabile.

6 - Se volete fare una taratura più precisa, ruotate la manopola **Range** sulla portata **KHz** e subito vedrete accendersi il diodo led **DL1** dell'**over range** ed apparire sui display il numero **867.20**.
Se il **numero** dopo il **punto** non fosse **20** ma fosse, ad esempio, **24** dovreste ruotare il perno del compensatore **C16** fino a farlo diventare **23-22-20**.

Nota: chi **non** avesse a disposizione una **frequenza** campione per tarare il compensatore **C16** potrebbe anche usarlo **starato**, ma sappia in questo caso che la **frequenza** che leggerà sui display avrà sempre una **tolleranza** in **+/–** che si aggira intorno a **0,05%**.

COSTO di REALIZZAZIONE

Costo di tutti i componenti necessari per realizzare il Frequenzimetro Analogico **LX.5047**, compresi il circuito stampato, il mobile e le manopole come visibile nelle figg.566 e 571
Lire 65.000 Euro 33,57

Costo di tutti i componenti necessari per realizzare il Frequenzimetro Digitale **LX.5048** visibili in fig.594, compresi i due circuiti stampati, il commutatore rotativo, il cordone di alimentazione, il mobile plastico con già inclusa la mascherina frontale forata e serigrafata (vedi fig.576)
Lire 165.000 Euro 85,22

Nota: a richiesta possiamo fornire anche i soli circuiti stampati ai seguenti prezzi:

Circuito stampato **LX.5047** visibile in fig.566
Lire 9.000 Euro 4,65

Circuito stampato **LX.5048** visibile in fig.594
Lire 20.500 Euro 10,59

Circuito stampato **LX.5048/B** visibile in fig.593
Lire 4.500 Euro 2,33

Tutti i prezzi sono già comprensivi di **IVA**. Coloro che richiederanno il kit in **contrassegno**, pagheranno in più **L.7.000 Euro** pari a **Euro 3,62**, perchè questa è la cifra media che le Poste italiane esigono per la consegna di un pacco in contrassegno.

INDICE DEI KIT

INDICE ANALITICO

A

B

C

D

F

G

I

M

N

O

P

Q

R

S

T

V

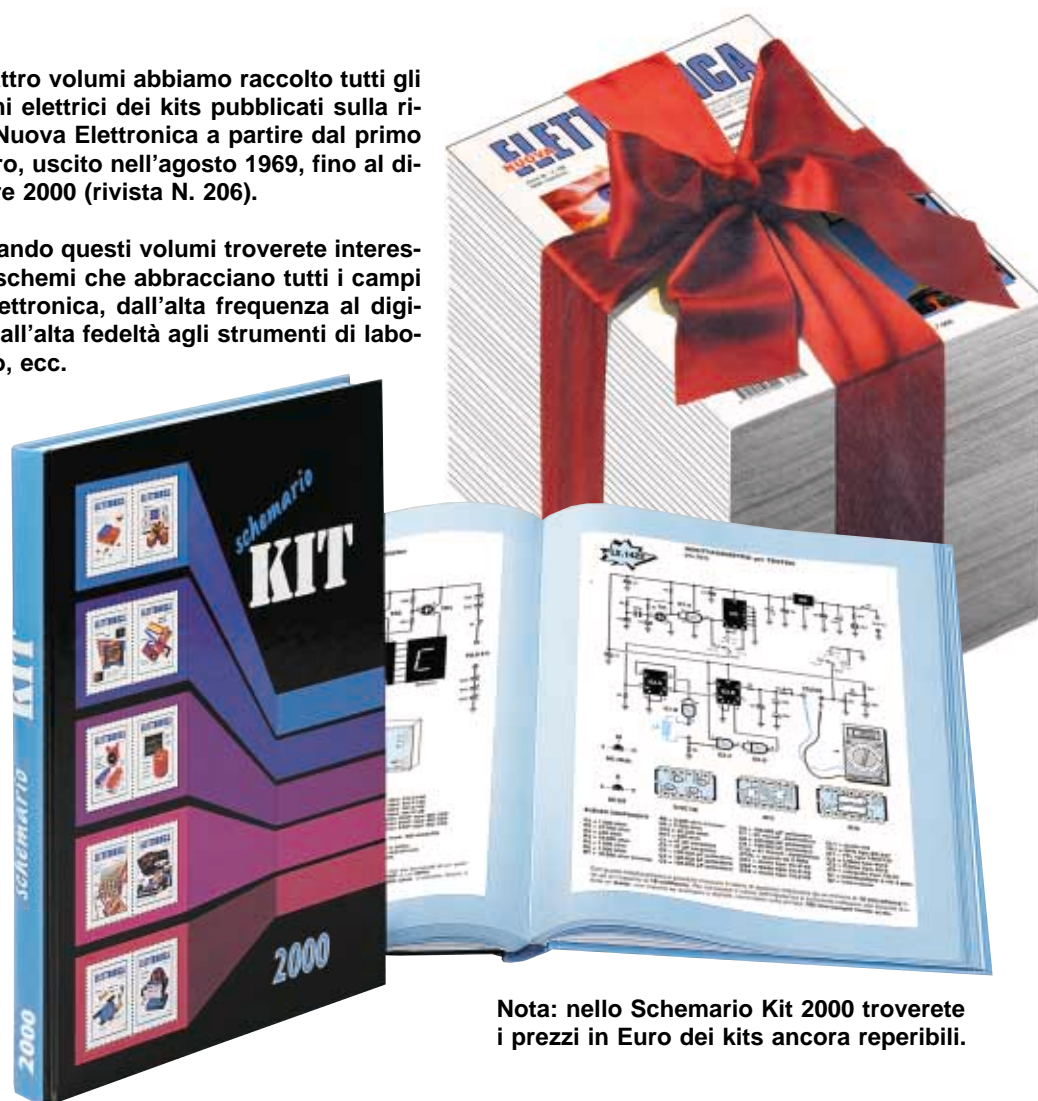
W

Z

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

più di 1.500 SCHEMI in 4 VOLUMI

In quattro volumi abbiamo raccolto tutti gli schemi elettrici dei kits pubblicati sulla rivista Nuova Elettronica a partire dal primo numero, uscito nell'agosto 1969, fino al dicembre 2000 (rivista N. 206).

Sfogliando questi volumi troverete interessanti schemi che abbracciano tutti i campi dell'elettronica, dall'alta frequenza al digitale, dall'alta fedeltà agli strumenti di laboratorio, ecc.

Nota: nello Schemario Kit 2000 troverete i prezzi in Euro dei kits ancora reperibili.

SCHEMARIO KIT 1990 Costo Euro 12,91 (pari a L.25.000)
In questo volume vi sono gli schemi dal kit LX.26 al kit LX.937

SCHEMARIO KIT 1993 Costo Euro 7,75 (pari a L.15.000)
In questo volume vi sono gli schemi dal kit LX.929 al kit LX.1120

SCHEMARIO KIT 1997 Costo Euro 7,75 (pari a L.15.000)
In questo volume vi sono gli schemi dal kit LX.1117 al kit LX.1323

SCHEMARIO KIT 2000 Costo Euro 7,75 (pari a L.15.000)
In questo volume vi sono gli schemi dal kit LX.1318 al kit LX.1475

Per richiedere questi volumi potete inviare un vaglia, un assegno o il CCP allegato a fine rivista a:

NUOVA ELETTRONICA via Cracovia, 19   40139 BOLOGNA

richiedendolo in contrassegno dovete pagare un supplemento di L.7.000 Euro 3,62.

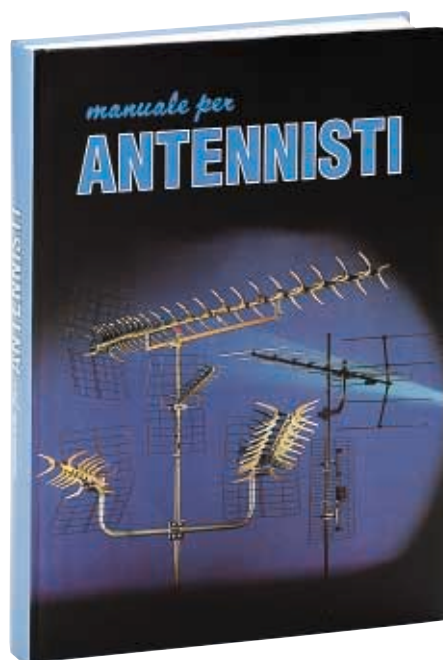
I VOLUMI DELLA NOSTRA RACCOLTA SONO DEDICATI A TUTTI GLI HOBBISTI E TECNICI CHE DESIDERANO ARRICCHIRE LA PROPRIA BIBLIOTECA

tutte le riviste dalla n.1 alla n.133

OGNI VOLUME, DI CIRCA 500 PAGINE, È COMPLETO DI COPERTINA BROSSURATA E PLASTIFICATA

Volume	Riviste	Volume	Riviste
Volume 1	riviste dal n. 1 al n. 6	**Volume 13**	riviste dal n. 71 al n. 74
Volume 2	riviste dal n. 7 al n. 12	**Volume 14**	riviste dal n. 75 al n. 78
Volume 3	riviste dal n. 13 al n. 18	**Volume 15**	riviste dal n. 79 al n. 83
Volume 4	riviste dal n. 19 al n. 24	**Volume 16**	riviste dal n. 84 al n. 89
Volume 5	riviste dal n. 25 al n. 30	**Volume 17**	riviste dal n. 90 al n. 94
Volume 6	riviste dal n. 31 al n. 36	**Volume 18**	riviste dal n. 95 al n. 98
Volume 7	riviste dal n. 37 al n. 43	**Volume 19**	riviste dal n. 99 al n. 103
Volume 8	riviste dal n. 44 al n. 48	**Volume 20**	riviste dal n. 104 al n. 109
Volume 9	riviste dal n. 49 al n. 55	**Volume 21**	riviste dal n. 110 al n. 115
Volume 10	riviste dal n. 56 al n. 62	**Volume 22**	riviste dal n. 116 al n. 120
Volume 11	riviste dal n. 63 al n. 66	**Volume 23**	riviste dal n. 121 al n. 126
Volume 12	riviste dal n. 67 al n. 70	**Volume 24**	riviste dal n. 127 al n. 133

Prezzo di ciascun volume L. 24.000 Euro 12,39

Per richiederli inviare un vaglia o un CCP per l'importo indicato a:
NUOVA ELETTRONICA, Via Cracovia 19 - 40139 Bologna

Manuale per ANTENNISTI

Se vuoi diventare un esperto antennista TV ti serve questo volume. All'interno troverai centinaia di schemi e utili informazioni per realizzare dei perfetti impianti TV e nel capitolo dedicato alla TV via Satellite troverai anche delle utili TABELLE con l'indicazione dei gradi di Elevazione e di Azimut da utilizzare per centrare qualsiasi satellite da qualunque città.

Costo del volume L.25.000 (Euro 12,91)

LE ANTENNE riceventi e trasmittenti

In questo volume troverete un'approfondita e chiara trattazione teorica e pratica sulle antenne riceventi e trasmittenti che costituirà una valida guida per i giovani CB e i Radioamatori; consultandola si troveranno tutti i dati per realizzare qualsiasi tipo di antenna ed in più si scoprirà come procedere per ottenere il massimo rendimento.

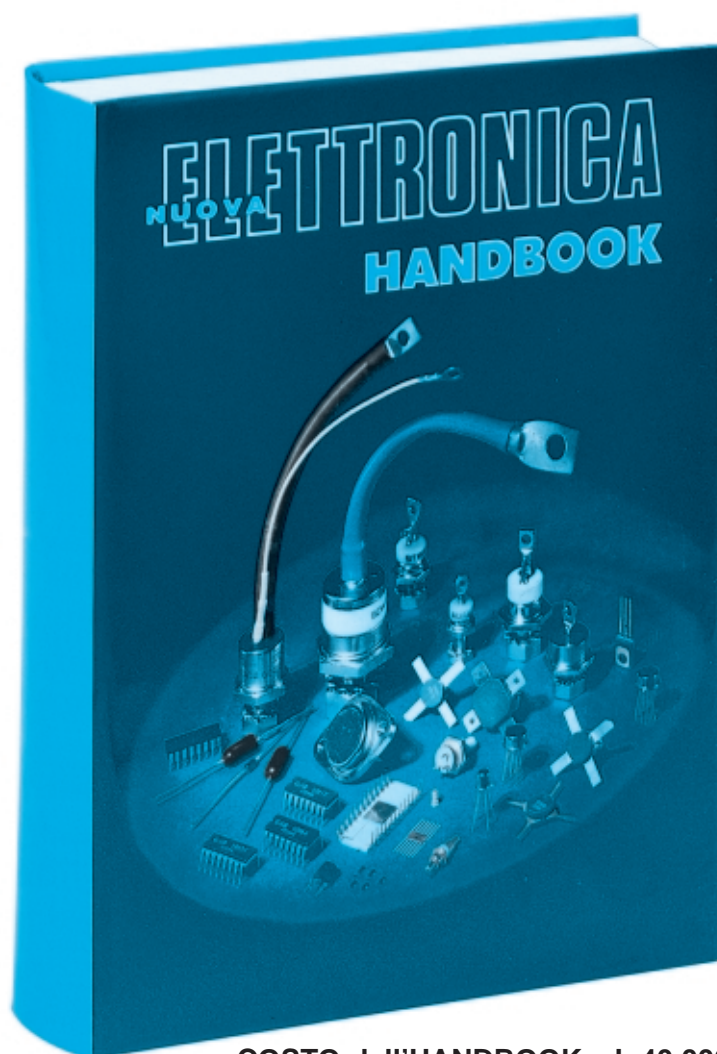
Costo del volume L.35.000 (Euro 18,08)

Per ordinare questi volumi potete inviare un **vaglia postale** per l'importo richiesto a:

rivista NUOVA ELETTRONICA via Cracovia N.19 40139 BOLOGNA

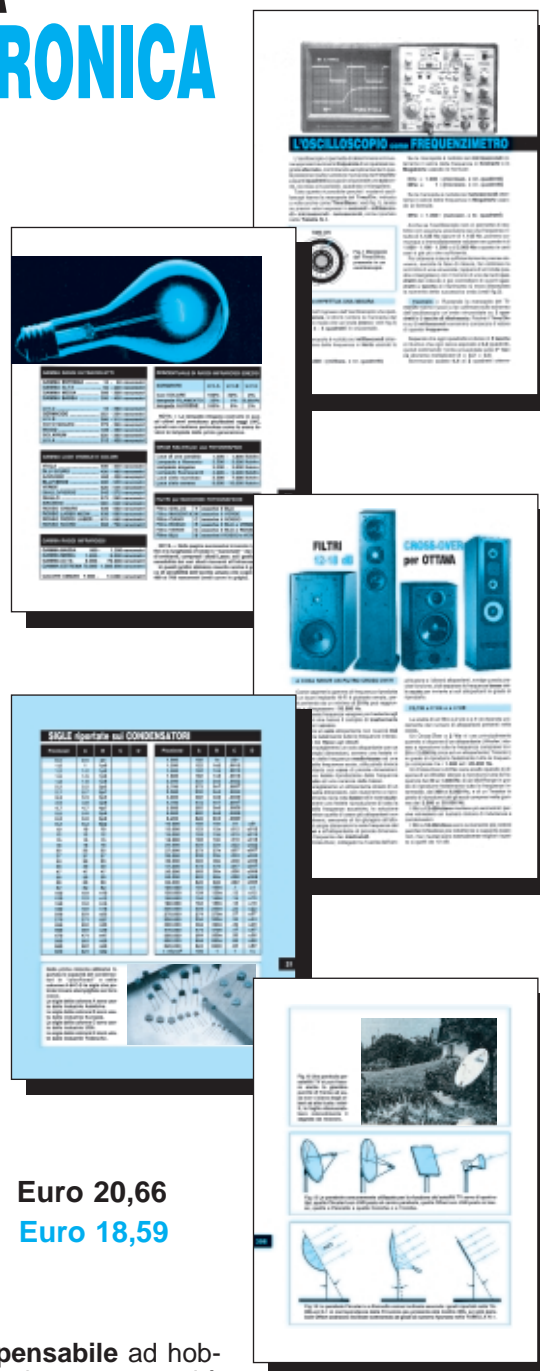
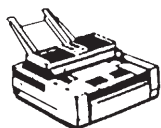
Se preferite potete richiederli anche in **contrassegno** telefonando nelle ore di ufficio al numero **051-46.11.09**. Rendiamo noto che **24 ore** su **24**, compresi i giorni **festivi**, è in funzione al numero **0542-64.14.90** una **segreteria telefonica** alla quale potete dettare il vostro ordine non dimenticando di indicare **nome - cognome - via - numero** e **città**.
Se avete un **fax** potete inviare l'ordine al numero **0542-64.19.19** e se siete un utente di **Internet** potete ordinare direttamente al nostro sito **httpt:\\www.nuova elettronica.it**.

Nota: per il servizio in **contrassegno** dovete pagare un supplemento di **L.7.000 Euro 3,62**

UNA COMPLETA GUIDA di ELETTRONICA

COSTO dell'HANDBOOK L.40.000 Euro 20,66
COSTO per ABBONATI L.36.000 Euro 18,59

Un originale e **completo volume** di elettronica, **indispensabile** ad hobbisti, radioamatori, tecnici progettisti e a tutti coloro che hanno necessità di trovare subito schemi, formule ed informazioni tecniche complete, senza perdere tempo in lunghe e complicate ricerche. L'esauriente spiegazione di ogni argomento vi consentirà di apprendere senza difficoltà tutto ciò che occorre sapere per diventare un esperto tecnico elettronico.

Per ricevere l'utilissimo **HANDBOOK di ELETTRONICA** potrete utilizzare un assegno oppure il CCP allegato a fine rivista. Se ordinerete il manuale con pagamento in **contrassegno**, dovrete pagare un supplemento di **L.7.000 Euro 3,62**.

NUOVA ELETTRONICA via CRACOVIA N.19 40139 BOLOGNA

Nota = Per **informazioni** relative alle spedizioni, prezzi o disponibilità di kits, ecc., potete telefonare tutti i giorni **escluso** il sabato dalle ore **10** alle **12** al numero **0542- 641490**.

Non facciamo **consulenza tecnica**.
Per questo servizio dovete rivolgervi alla rivista **Nuova ELETTRONICA**, tutti i giorni **escluso** il sabato dalle ore **17,30** alle **19,00**.

HELTRON via dell'INDUSTRIA n.4 - 40026 IMOLA (Bologna)
Distributore Nazionale e per l'ESTERO di Nuova Elettronica

Se nella vostra città non sono presenti Concessionari di Nuova Elettronica e quindi non riuscite a procurarvi i nostri kits, potrete telefonare tutti i giorni, compresi Sabato, Domenica, i giorni festivi ed anche di notte, a **qualsiasi ora** e la nostra segreteria telefonica provvederà a memorizzare il vostro ordine.

Se il servizio postale sarà efficiente, nel giro di pochi giorni il pacco vi verrà recapitato direttamente a casa dal postino, con il supplemento delle sole spese postali.

Effettuare un ordine è molto semplice:

Prima di comporre il numero annotate su un foglio di carta tutto ciò che dovete ordinare, cioè la sigla del kit, del circuito stampato, il tipo di integrato o qualsiasi altro tipo di componente e la quantità.
Dopo aver composto il numero telefonico, udrete tre squilli ed il seguente testo registrato su nastro:

*"Servizio celere per la spedizione di kit e componenti elettronici. Dettate il vostro **completo** indirizzo e il vostro **numero telefonico** per potervi chiamare nel caso il messaggio non risultasse comprensibile. Iniziate a parlare dopo il trillo acustico che tra poco ascolterete. Dopo questo trillo avete a disposizione 3 minuti per il vostro messaggio."*

Se avete già effettuato degli ordini, nella **distinta** presente all'interno di ogni pacco troverete il vostro **Codice Cliente** composto da **due lettere** ed un numero di **cinque cifre**.

Questo numero di Codice è il vostro **numero personale** memorizzato nel computer. Quando ci inoltrerete un ordine, sarà sufficiente che indichiate il vostro **cognome** ed il vostro **codice personale**.

Così il computer individuerà automaticamente la vostra via, il numero civico, la città ed il relativo CAP.

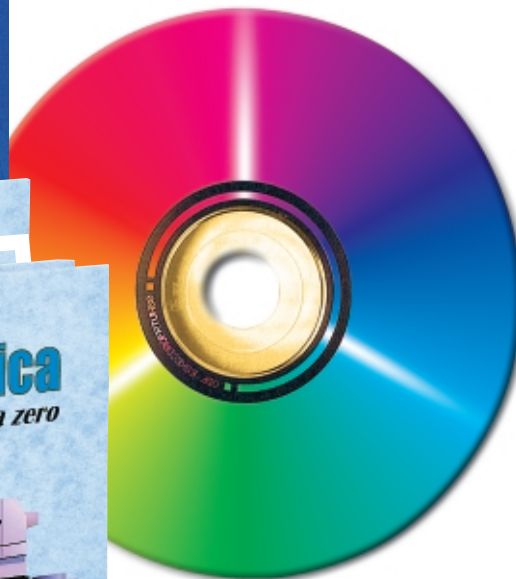
Non dimenticate di indicare oltre al **cognome** le **due lettere** che precedono il numero. Se menzionate solo quest'ultimo, ad esempio **10991**, poiché vi sono tanti altri lettori contraddistinti da tale numero, il computer non potrà individuarvi.

Precisando **AO10991**, il computer ricercherà il lettore **10991** della provincia di **Aosta**, precisando invece **MT10991**, il computer ricercherà il lettore **10991** della provincia di **Matera**.

Se siete abbonati il computer provvederà automaticamente a inserire lo sconto riservato a tutti gli abbonati alla rivista **Nuova Elettronica**.

Avanti
Indietro
Zoom
Zoom
Indice
Sommario
Esci

Tutta l'elettronica in due CD-Rom

Costo di ogni CD-Rom
Lire 20.000 Euro 10,33

Configurazione minima
Processore Pentium 90
Ram 16 Megabyte
Scheda video Super VGA
Display 800x600 (16 bit)
Lettore Cd-Rom 8x
Windows95 o superiore

Per rimanere al passo con le nuove tecnologie e per soddisfare le richieste di alcuni Professori che insegnano negli Istituti Tecnici e che desiderano utilizzare il computer nelle loro aule scolastiche, vi presentiamo le lezioni del nostro corso Imparare l'elettronica partendo da zero in due CD-Rom che potete richiedere a:

NUOVA ELETTRONICA via Cracovia, 19 40139 Bologna ITALY

telefono **051/46.11.09** fax **051/45.03.87**

o, se preferite, tramite Internet al nostro sito: **www.nuovaelettronica.it**

Potete anche inviare un ordine tramite fax al numero **0542/64.19.19** o telefonando alla segreteria della **HELTRON** numero **0542/64.14.90**, in funzione 24 ore su 24 compresi i giorni festivi.

Nota: richiedendoli in contrassegno dovete pagare un supplemento di L.7.000 Euro 3,62.